



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia de Energia**

**MODELAGEM REMOTA PARA VIABILIDADE DE
TURBINAS HIDRO CINÉTICAS EM COMUNIDADES
ISOLADAS**

**Autor: Victor Augusto Freitas de Oliveira
Orientadora: Josiane do Socorro Aguiar de Souza**

**Brasília, DF
2015**



VICTOR AUGUSTO FREITAS DE OLIVEIRA

**MODELAGEM REMOTA PARA VIABILIDADE DE TURBINAS
HIDROCINÉTICAS EM COMUNIDADES ISOLADAS**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientadora: Prof.^a MSc. Dr.^a. Josiane do Socorro Aguiar de Souza

**Brasília, DF
2015**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação

Oliveira, Victor Augusto Freitas de.

Modelagem Remota para Viabilidade de Turbinas
Hidrocínéticas em Comunidades Isoladas / Victor Augusto
Freitas de Oliveira. Brasília: UnB, 2015. 94 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília
Faculdade do Gama, Brasília, 2015. Orientação: Josiane do
Socorro Aguiar de Souza.

1. Tecnologias Sociais. 2. Comunidades rurais. 3. Sistemas de
informações geográficas. 4. Turbinas hidrocínéticas. I. Souza,
Josiane do Socorro Aguiar de. II. Dr^a.

CDU 620.9



MODELAGEM REMOTA PARA VIABILIDADE DE TURBINAS HIDROCINÉTICAS EM COMUNIDADES ISOLADAS

Victor Augusto Freitas de Oliveira

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em 06/07/2015 apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof.^a MSc. Dr.^a: Josiane do Socorro Aguiar de Souza, UnB/ FGA
Orientadora

Prof. MSc. Dr.: Rudi Henri van Els, UnB/ FGA
Membro Interno

Prof. MSc. Dr.: Augusto César de Mendonça Brasil, UnB/ FGA
Membro Interno

Prof.^a MSc. Dr.^a: Thaís Maia Araújo, UnB/ FGA
Membro Convidado

Brasília, DF
2015

AGRADECIMENTOS

Aqui encerro mais um ciclo da minha vida, a fase de graduação. No ambiente de uma faculdade inúmeras situações podem ocorrer, imagine então em uma universidade, que envolve muito mais do que apenas uma perspectiva da vida, caso último do qual fiz parte.

A Universidade de Brasília me proporcionou experiências indescritíveis, muitas vezes espantosas, mas em sua maioria de grande satisfação. Graças a minha presença nesta entidade pude desfrutar dos sonhos de uma das pessoas mais importantes que me acompanharam nessa passagem pela Terra, minha mãe Maria Luciene Freitas. A descoberta de novos horizontes e culturas tão espetaculares que eu não poderia imaginar que existiam. Em virtude da sua luta e seu desejo por oportunidades, eu e meu irmão conseguimos escapar da crueldade que está presente no mundo afora e sermos capaz de construir uma mente equilibrada e correta.

Antes de me inserir neste ambiente, fui instruído pelos meus pais a escolher um curso de “prestígio”, com mais veemência pela minha mãe, mas meu pai, José Milton de Oliveira, sempre compreensivo dava equilíbrio às cobranças e por isso por aqui passei. Obrigado pai, por sempre procurar nos educar à ser o mais justo possível, com o outro e consigo mesmo.

Foi neste espaço acadêmico que tive o grande prazer de conhecer a pessoa que se tornou um encanto em minha vida, minha namorada Karoline Martins Cabral. Obrigado por me acompanhar durante todo o caminho até hoje, principalmente nos mais obscuros, me transmitindo confiança para continuar em frente.

Agradeço à todos os colegas e amigos que fiz nesta universidade e que de alguma maneira pudemos compartilhar emoções e experiências, um se apoiando noutro, proporcionando virtudes que nem mesmo conhecíamos. Não é possível revelar todos os nomes, mas já sabemos que muitos heróis são anônimos aos olhos da maioria.

Um muito obrigado ao meu irmão que sempre foi meu grande amigo e sempre me deu forças em todas as situações, pessoa que apesar de mais nova, procuro sempre me espelhar.

Por fim as pessoas que me apoiaram no desenvolver deste trabalho, em especial a minha orientadora Josiane do Socorro Aguiar de Souza, que me acolheu e que sem ela, com certeza eu não conseguiria realizar este trabalho.

Como venho discorrendo, não tenho a habilidade de relatar tudo que me aconteceu e agradecer cada um por sua contribuição, mas saibam todos que colaboraram estarão para sempre em meu coração.

Esse trabalho é dedicado a todos que buscam, de alguma forma, a melhoria das condições de vida daqueles que sofrem diariamente com a falta do mínimo necessário à vida.

RESUMO

O foco deste trabalho está em construir uma modelagem digital e remota para identificar a viabilidade de instalação e utilização de tecnologias sociais que foram desenvolvidas pela UnB em comunidades rurais e/ou com baixo poderio econômico, com enfoque na sustentabilidade deste projeto, tanto econômico como social e ambiental, promovendo assim, bem-estar social no seu sentido amplo. Com base na sustentabilidade, são definidos alguns indicadores para prática apropriada da tecnologia social. A tecnologia adotada é a turbina hidrocinética, onde há um enfoque no seu desenvolvimento histórico e nas experiências do grupo de pesquisa do Laboratório de Energia e Ambiente da UnB. Metodologias já existentes no campo energético com uso de sistemas de informações geográficas são abordadas e discutidas no sentido de atender as demandas sociais. A modelagem se baseará em dados e informações secundárias produzidas com regularidade temporal e espacial. Elas podem ser levantadas por órgãos governamentais e não governamentais. Os bancos de dados são construídos em Sistema de Informações Geográficas, estatístico e bibliográfico, sendo que planos de informações espaciais são criados para identificação das características naturais locais, assim como as demandas energéticas e as áreas potenciais de instalação das máquinas. Por fim são apontados os modelos adequados de turbinas hidrocinéticas para áreas específicas.

Palavras-chave: Tecnologias sociais, comunidades rurais, bem-estar social, sistemas de informações geográficas, turbinas hidrocinéticas.

ABSTRACT

The focus of this work is to build a digital remote and modeling to identify the feasibility of installation and use of social technologies that were developed by UnB in rural communities and/or low economic power, focusing on the sustainability of this project, economic, social and environmental, thus promoting social welfare in its broad sense. Based on sustainability are defined some indicators for proper practice of social technology. The technology used is the hydrokinetic turbine, where there is a focus on its historical development and the experiences of the research group Energy Laboratory and Environment Unb. Existing methodologies in the energy field with the use of geographic information systems are addressed and discussed in order to attend social demands. The modeling will be based on data and secondary information produced with temporal and spatial regularity. They can be raised by government and non-government agencies. The databases are built on Geographic Information System, statistical and bibliographic, wherein spatial information plans are created for identifying local natural features, as well as energy demands and potential areas for installation of the machines. Finally the appropriate models of hydrokinetic turbines for specific areas are singled out.

Keywords: *Social technologies, rural communities, social welfare, geographic information systems, hydrokinetic turbines.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo metodológico do trabalho.	18
Figura 2 – Estrutura geral de SIG.	26
Figura 3 – Cata-água do INPA.	29
Figura 4 – Turbina Darrieus tripá.	29
Figura 5 – Primeira turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB	31
Figura 6 – Segunda turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB	32
Figura 7 – Terceira turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB.	33
Figura 8 – Montagem para instalação da turbina hidrocínética com flutuantes.	33
Figura 9 – THC de primeira geração	37
Figura 10 – Segunda geração de THC em operação e desenho técnico.	37
Figura 11 – Partes principais da THC de terceira geração.	38
Figura 12 – Protótipo da turbina hidrocínética de terceira geração.	39
Figura 13 – Coeficiente de potência x Lambda da THC de terceira geração	40
Figura 14 – THC de segunda geração aplicada no rio Caranã	41
Figura 15 – Comparação entre Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Percentual de domicílios com energia elétrica (2010).	57
Figura 16 – Comparação entre PIB per capita e Proporção de vulneráveis a pobreza (2010).	58
Figura 17 – Impactos Ambientais do município de Marechal Thaumaturgo	59
Figura 18 – Balanço histórico hídrico do município de Tarauacá, fronteira com Marechal Thaumaturgo.	62
Figura 19 – Mapa de distribuição populacional ao longo dos principais rios e igarapés do município.	66
Figura 20 – Aspectos do projeto.	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Turbinas hidrocínéticas instaladas no Brasil.	34
Quadro 2 – Sistemas de informações existentes e seu campo de estudo.....	44
Quadro 3– Exemplos de metodologias realizadas de SIGs	46
Quadro 4 – Estudos em SIG da área energética.	51
Quadro 5 – Classificação de relevo..	71
Quadro 6 – Potencial energético hidrocínético das comunidades potenciais de Marechal Thaumaturgo.....	76

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agencia Nacional de Aguas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Pretróleo
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico E Tecnológico
CNS	Conselho Nacional dos Seringueiros
ENM - UnB	Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília
HUB	Hospital Universitário de Brasília
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INDE	Instituto Nacional de Dados Espaciais
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IS	Inclusão Social
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PI	Plano de Informação
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
REAJ	Reserva Extrativista do Alto Juruá
SI	Sistema Isolado
SIDRA	Sistemas IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGEL	Sistemas de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINDAT	Sistema de Informações Geográficas Cadastrais do SIN
SUS	Sistema Único de Saúde
TA	Tecnologia Apropriada
TC	Tecnologia Social
THC	Turbinas Hidrocinéticas
TS	Tecnologia Social
UC	Unidade de Conservação
UnB	Universidade de Brasília

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos latinos

P_{HC}	Potência hidrocínética	[kW]
A_f	Área frontal do rotor	[m ²]
v	Velocidade do fluxo de água	[m/s]
$C_{p,max}$	Limite de Betz	[%]

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
i. OBJETIVOS	15
ii. ESTRUTURA DO TRABALHO	16
CAPÍTULO I: METODOLOGIA GERAL	18
CAPÍTULO II: CONSTRUÇÃO TEÓRICA	20
2.1. TECNOLOGIA SOCIAL	20
2.2. COMUNIDADES ISOLADAS	22
2.3. POLÍTICAS PÚBLICAS ENERGÉTICAS	23
2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO III: A TURBINA HIDROcinÉTICA COMO TECNOLOGIA SOCIAL	28
3.1. HISTÓRICO	28
3.2. MODELOS DAS TURBINAS HIDROcinÉTICAS	35
3.3. ESTUDOS DE CASO	40
CAPÍTULO IV: A TEORIA SOBRE MODELAGENS REMOTAS	44
4.1. AS MODELAGENS REMOTAS NO ÂMBITO DA ENERGIA	44
4.2. DISCUSSÕES SOBRE OS TIPOS DE MODELAGENS	50
CAPÍTULO V: OS REQUISITOS PARA O EMPREGO DA TURBINA HIDROcinÉTICA	53
5.1. SUSTENTABILIDADE DA SUA APLICAÇÃO	53
5.2. VIABILIDADE DA SUA APLICAÇÃO	59
CAPÍTULO VI: ESTUDO DE CASO – MUNICÍPIO MARECHAL THAUMATURGO	64
6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	64
6.2. AQUISIÇÃO, ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS	67
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	71
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	86

INTRODUÇÃO

Com a experiência adquirida ao longo do tempo, os países perceberam a importância estratégica que a energia possui. Esta move a economia da sociedade atual, em especial nas grandes cidades, quando utilizada para locomoção de pessoas e produtos, em edifícios comerciais e industriais, atividades residenciais e o funcionamento de grandes máquinas em indústrias. A exploração de elementos que continham montantes energéticos atrativos tornou-se essencial para o contínuo crescimento econômico estabelecido.

Para cada segmento, a energia utilizada provém de uma fonte diferente, com formatos também diferenciados. Entretanto as energias são transformadas para praticamente dois tipos que são mais fáceis de serem manipuladas, tanto para sua transmissão, como uso final. Essa energia varia então – para utilização humana – em combustíveis e energia elétrica.

Infraestruturas de alto porte foram planejadas e construídas com o objetivo de explorar a qualquer custo este recurso. Bases de exploração de petróleo (insumo principal para combustíveis) nasceram aos montes, represas gigantescas – que abalam todo o ecossistema local – eram fixadas para transformação da energia em energia elétrica, assim como as termoelétricas que poluem o ar que respiramos. Tudo com o objetivo de crescimento econômico de uma determinada região.

Em detrimento da necessidade energética crescente de uma cidade ou estado, as instituições governamentais destruíram vilarejos e outras cidades menores, sendo outras deixadas à mercê própria.

Como o assunto energia envolve uma série enorme de fatores, não apenas o modo de sua transformação entra em destaque, como todo o invólucro político, social e (atualmente) ambiental envolvido.

Essas comunidades esquecidas pelo Estado situam-se (no Brasil) adentro da natureza que rodeia o país e carregam consigo um nível cultural e intelectual imensuráveis. Muitas dessas serão, como as outras, destruídas para atendimento dos grandes centros urbanos, outras tantas passam dificuldades que poderiam ser sanadas com o uso da energia elétrica.

Com o conhecimento humano a que chegamos ao presente, temos a capacidade de reunir informações que protejam estas populações no seu contexto geral, valorando sua história, cultura e conhecimento.

As políticas de energização do governo voltadas para as comunidades isoladas na Amazônia em locais em que não há estrada são muito precárias, para não dizer inexistentes. O governo brasileiro não possui recurso financeiro para realizar um levantamento de potencial energético e de demanda de energia nestas comunidades. Então é preciso que haja uma

metodologia a partir de dados remotos, sem levantamentos em campo, para o entendimento da questão.

Algumas instituições estudam e fazem o levantamento de dados que propiciam um melhor planejamento nos seus setores de atuação. Com a atitude de atrelar esses dados em conjunto, é possível compreender melhor o contexto em que se encontram estas comunidades, e estabelecer suas potencialidades reais, sejam energéticas, agroextrativistas ou outras mais. Deste modo, o escopo deste trabalho foca-se no uso destas informações como incentivo a valoração local.

i. OBJETIVOS

– Objetivo geral

O intuito do trabalho é elaborar uma modelagem remota que permita verificar a viabilidade socioambiental de energização de comunidades isoladas por meio da instalação da turbina hidrocínética no contexto de tecnologia social.

– Objetivos específicos

- Esclarecer historicamente os conceitos sobre tecnologia social e a atuação das políticas públicas voltadas à energização no Brasil;
- Dissertar sobre a tecnologia da turbina hidrocínética desenvolvida na Universidade de Brasília;
- Revelar a evolução desta tecnologia ao longo da experiência e do tempo;
- Construir uma proposta metodológica de viabilidade de energização com um estudo de caso para determinar a energização de locais eletricamente excluídos;
- Construção de uma logística com indicadores energéticos, sociais, ambientais, econômicos e políticos;
- Estudar a viabilidade natural, econômica e social da implementação da turbina hidrocínética na região estudada;
- Avaliar o desempenho da utilização de sistemas remotos para aplicação nas políticas energéticas futuras.
- Contribuir com a vinda do conforto e desenvolvimento social de comunidades isoladas.

ii. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente texto procura estabelecer a questão do uso de metodologias analíticas para avaliação do potencial de geração elétrica por meio da energia cinética provinda da água de determinada região, e proporcionar a participação social como um pilar essencial da relação de desenvolvimento humano, algo raro no modelo capitalista que nos encontramos. Para tanto, é dividido em seis capítulos, ademais a introdução, resultados e discussões e por fim os anexos.

No primeiro capítulo, busca-se apresentar a forma metodológica utilizada no presente trabalho, expondo os meios de como se deu o prosseguimento do trabalho, quais os caminhos foram tomados para o seu fechamento.

O segundo define conceitos considerados essenciais para o entendimento da problemática e um enfoque mais consistente da questão. Aborda sobre os conceitos de tecnologia social, comunidade isolada, política energética brasileira e sobre os sistemas de informações geográficas.

No terceiro capítulo apresenta-se uma tecnologia desenvolvida pela Universidade de Brasília, com a finalidade de inserção de populações no caminho de um desenvolvimento social, possibilitando o acesso a serviços precários ou mesmo antes não prestados, em particular o benefício da energia elétrica, que pode tornar possível muitos outros, por exemplo, o caso de serviços de saúde. Enfatiza-se o processo de produtivo desta tecnologia, observando seu histórico e evolução, como os projetos em que foi aplicada.

O quarto trata da ferramenta de avaliação que será utilizada no estudo de caso, os sistemas de informação geográfica. Este capítulo exhibe o uso destas ferramentas no domínio da energia nos seus mais variados campos e traz ao fim uma discussão sobre a forma que são aplicadas.

O quinto discorre sobre as circunstâncias que a turbina hidrocínética pode ser aplicada, envolvendo como as particularidades que cada campo (social, econômico, ambiental e mesmo político) é afetado. Aponta como seu uso pode ser benéfico, mas também prejudicial se não tomadas as devidas cautelas.

Agora o sexto trata do estudo de caso para tornar válido o método de avaliação. Há uma investigação histórica para o entendimento da cultura regional e assim ter o discernimento para uma análise contundente. São também mencionados os procedimentos para adquirir os dados, assim como seu tratamento, e também os passos para elaboração dos planos de informação que enunciam o resultado final.

Por fim, são apresentados os resultados, tal como as discussões que os cercam, com intuito de elucidar sua finalidade e importância, seguido pelas conclusões que o trabalho proporcionou, os documentos de referências para elaboração deste documento e os anexos como última seção.

CAPÍTULO I: METODOLOGIA GERAL

O trabalho se realizou primeiramente com um levantamento bibliográfico a cerca dos numerosos temas que envolvem as chamadas comunidades isoladas, definindo-as e desenvolvendo uma reflexão sobre o assunto. O direcionamento se dá no caminho do uso da energia elétrica, revelando os benefícios que a acompanham e também discussões nos âmbitos político e social. Em seguida as referências são concentradas nas técnicas de geoprocessamento, desde seu conceito até sua utilização em situações próximas ou bem parecidas com o estudo de caso proposto. Desta forma o campo de atuação é ampliado, sendo o leque de opções mais abrangentes, onde aspectos que antes pareciam irrelevantes agora surgem com uma importância mais acentuada. Esta pesquisa prévia serve como auxílio e guia para o prosseguimento mais preciso do projeto.

Posteriormente foram efetuadas entrevistas com agentes que trabalharam com o desenvolvimento da turbina hidrocinética na Universidade de Brasília. Estas entrevistas buscam o resgate da história por trás da criação desta tecnologia, um tema que não se tem registros íntegros, abrindo lacunas no decorrer de seu progresso, e com isso, evidenciar as ambições desta tecnologia.

Os procedimentos para organização, tratamento e análise de dados em Sistemas de Informações Geográficas aderem o padrão abaixo.

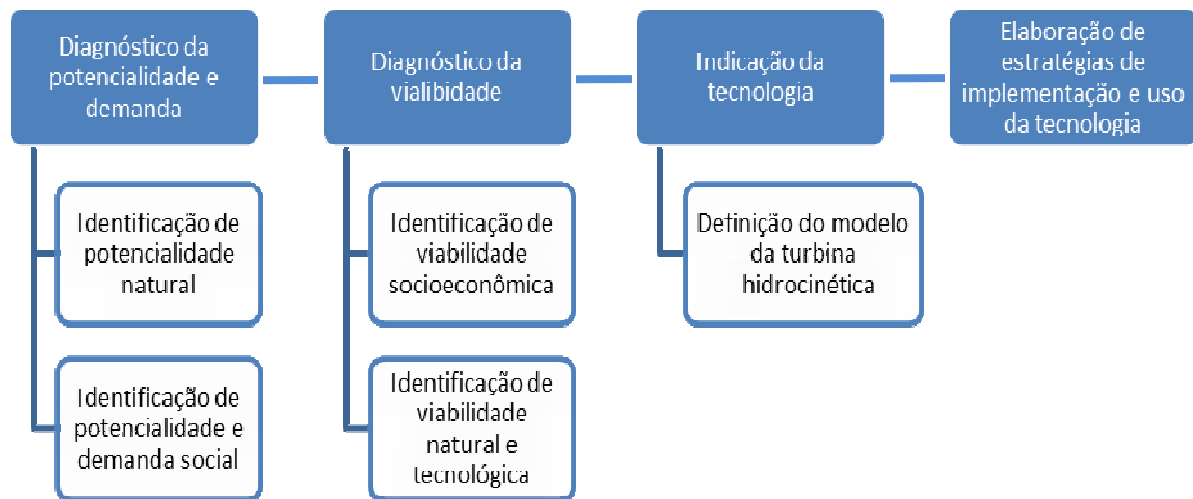


Figura 1 – Modelo metodológico do trabalho.

Para essas identificações ocorreu então o levantamento de dados secundários disponibilizados, seja por entidades governamentais ou particulares. As informações são citadas a seguir organizadas por instituição:

- Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil – Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM) e dados de vulnerabilidade a pobreza em percentual. Ambos adquiridos para os municípios brasileiros;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – O número de pessoas no meio rural sem energia elétrica e a espacialização de aglomerados rurais isolados;
- Agência Nacional das Águas (ANA) – Vetores de hidrografia;
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Limites dos municípios brasileiros e imagens de satélite sobre elevação territorial na resolução espacial de 30 metros.

Seguidamente a obtenção destes dados, sua organização se dá em ambiente computacional, onde as informações são reservadas em detrimento de seu município, ou seja, o valor de IDHM de determinado município é alocado em conjunto do número de pessoas sem energia e a porcentagem de vulnerabilidade a pobreza. Esta organização permite a orientação à escolha da área de estudo. Os dados geográficos são tratados pelos softwares de geoprocessamento, onde há o seu cruzamento sobre a região pré-determinada.

Os softwares empregados foram o Hidroweb – fornecido pela ANA – e o ArcGis Pro 1.0, pela empresa Esri. Essas ferramentas são utilizadas para cruzamento dos dados e servem de apoio para elaborar os mapas temáticos que fornecem o resultado final do estudo.

A região escolhida como área de estudo foi o município de Marechal Thaumaturgo situado no estado do Acre. A preferência por este local se deu porque é um município isolado do sistema convencional de distribuição de energia, e também pelo fato de nela residirem comunidades tradicionais e indígenas.

Por fim, obteve-se os resultados da correlação dos dados e foi feita uma análise crítica sobre os aspectos físico e social inerentes da área de estudo. Desta maneira, foi possível aferir suas potencialidades energéticas no cunho da sustentabilidade.

CAPÍTULO II: CONSTRUÇÃO TEÓRICA

2.1. TECNOLOGIA SOCIAL

Há mais de um conceito definido para tecnologia social (TS), por isso é importante que haja uma contextualização teórica dos movimentos que serviram de base, no seu contexto evolutivo da reflexão, com a finalidade do entendimento concreto do termo (Novaes et al. 2004).

O conceito desenvolvimentista tecnológico de Gandhi – entre 1924 e 1927 – busca o incentivo da evolução das técnicas locais e sua adaptação de tecnologia para identificação e resolução de problemas. Propunha, na verdade, uma transformação da sociedade internamente, e não por imposições externas (Novaes et al. 2004).

Este pensamento serviu de inspiração para o economista alemão Schumacher, que criou a terminologia tecnologia apropriada (TA), onde defendia que esta é uma tecnologia mais adequada aos países em desenvolvimento pela sua simplicidade, baixo custo e respeito ao meio ambiente (Novaes et al. 2004).

Existe a preocupação das correlações entre tecnologia e sociedade por meio de pesquisadores, onde já haviam percebido que a tecnologia convencional (TC) desenvolvida pelas empresas privadas não se adequavam à realidade de algumas comunidades, que por sua vez, ao invés de resolver problemas, poderiam agravar os problemas sociais e ambientais (Novaes et al. 2004).

Por essa perspectiva, a natureza das TCs é por si só um problema, pois traz consigo a promoção de interesses da camada influente da população, onde estas, por sua vez, buscam o aumento da lucratividade (Baumgarten, 2006). Existem aspectos da TC que propulsionam o lucro empresarial, porém limitam sua aplicação para inclusão social (IS) (Dagnino, 2004).

A proposta deste movimento tinha o tratamento da tecnologia em sentidos mais amplos do que ter apenas em vista o capital financeiro (Rodrigues & Barbieri, 2008).

Devido à suas características de uso intensivo de mão-de-obra, a utilização dos recursos naturais com respeito à cultura e capacidade local, simplicidade de aplicação e de manutenção, a TA evitaria os danos sociais e ambientais causados pela utilização das TCs, diminuindo também a dependência dos fornecedores das TCs (Novaes et al. 2004).

Os mesmos autores nos contam que com o início da propagação ideológica do neoliberalismo em meados da década de 80, esse movimento foi deixado de lado, diante da globalização que se alastrava devido à intensa competitividade entre países e empresas.

O modelo neoliberal defende a desigualdade econômica e social como sendo necessária, pois traria benefícios ao desenvolvimento econômico e tecnológico. Isso se dá porque inovação e tecnologia estão relacionados ao mercado, onde são vistos por meio da competitividade, ou seja, há sempre uma busca na evolução de uma tecnologia devido às leis de oferta e demanda (Baumgarten, 2006).

Devido às exclusões sociais e a degradação ambiental consequentes da globalização, é voltada mais uma vez a reflexão das TAs com apoio das Nações Unidas, agora com a terminologia tecnologia social (Rodrigues & Barbieri, 2008).

Esse modelo submeteu à sociedade uma combinação de rápido acúmulo de capital com aumento da desigualdade, da pobreza, a exploração inconsequente dos recursos e, de quebra, sua degradação (Bava, 2004).

O cenário político encorajou esse processo em dois diferentes níveis. No internacional, favoreceu aqueles que possuíam capital econômico avançado e penalizava aqueles mais atrasados. No nacional, utilizou-se de projetos de integração excludentes, que agravariam a desigualdade social (Novaes et al. 2004).

Nesse cenário, nasceu a preocupação de um processo que apontasse a recuperação de cidadania das partes mais castigadas, a detenção da fragmentação social e do afunilamento econômico interno do país, buscando por fim um estilo de desenvolvimento mais sustentável (Novaes et al. 2004).

Há uma perspectiva que relaciona o avanço de uma sociedade devido ao seu nível tecnológico, onde através desta, ocorre o desenvolvimento econômico e posteriormente o social. Todavia, nos conta que as tecnologias são construídas por agentes sociais e estes têm influencia no conteúdo final da tecnologia (Baumgarten, 2006). Pela razão da contribuição popular, são envolvidos também fatores econômicos, culturais e políticos (Rodrigues & Barbieri, 2008).

Os autores reforçam esta questão, quando criticam o desenvolvimento tecnológico e científico linear, pois enfocam que, o conhecimento é construído socialmente, ou seja, parte da diversidade social é envolvida no escopo. A participação ativa daqueles afetados pela tecnologia e as múltiplas ideias de produção desenvolvem o conhecimento a cerca do problema.

A preocupação central do processo de produção está na inclusão dos agentes envolvidos, como seus produtores e usuários desta tecnologia. Em outras palavras, a TS promove a edificação de soluções nos grupos que serão favorecidos e que atuem ativamente sobre esta tecnologia (Rodrigues & Barbieri, 2008).

Em sua concepção, a TS é entendida também como inovação social. Faz-se alusão ao conhecimento que tem como objetivo claro de atuação, a satisfação das carências sociais (Novaes et al. 2004).

Uma das definições de TS é proposta pelo (ITS, 2004) e é dada da seguinte maneira: “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”.

Os princípios por detrás desta definição destacam a importância da aprendizagem e participação como ações que caminham lado a lado, onde para que haja transformação social, é necessário o acompanhamento da realidade local (Rodrigues & Barbieri, 2008).

A TS tem o potencial de aliar o conhecimento popular com o técnico-científico e a organização social. E é de extrema importância que, além de efetivas, sejam reaplicáveis, proporcionando o desenvolvimento social em nível de escala (Baumgarten, 2006).

A Fundação Banco do Brasil se envolve com TS e a entende como um processo desenvolvido pelo meio acadêmico, pelo Estado ou derivado do saber popular. Tem seu foco na resolução de problemas comunitários e devem garantir que sejam apropriadas, com finalidade da geração de mudanças comportamentais e práticas que promovam as transformações sociais (Rodrigues & Barbieri, 2008).

Estes mesmos autores destacam ainda que o propósito de existência da TS é o atendimento as demandas vividas e identificadas pela sociedade, onde seu processo de decisão é tratado de forma participativa da população. Essa por sua vez, tem o papel de se aprender e se apropriar da TS, onde a construção de seu conhecimento se dá por meio da prática, com a geração de aprendizado com a finalidade de se moldar como referência a outras tecnologias, ou seja, se tornar aplicável em escala.

2.2. COMUNIDADES ISOLADAS

O significado do termo, quando utilizado para o setor elétrico brasileiro, não tem nenhuma concepção filosófica sofisticada, sendo apenas um modo de expressão que denota aquelas comunidades que não recebem o serviço de energia elétrica, seja pelo Sistema Interligado Nacional (SIN) ou por outro país adjacente (Rosa, 2007).

Mesmo que uma comunidade tenha este serviço, e que não seja fornecido por essas duas formas, é tratada como isolada. O atendimento que não é conectado ao SIN é chamado por Sistema Isolado (SI). Esses sistemas têm sua geração, transmissão e distribuição dentro de uma região limitada que não contém conexões com a maioria das regiões do país. Situam-se,

sobretudo, na região Norte do Brasil, e vêm sendo interligados progressivamente ao SIN (Rosa, 2007).

Há, porém, aquelas que não são atendidas por este serviço de modo algum. Tornaram-se ao longo do tempo excluídas e esquecidas por este e outros tipos de serviços.

Essas comunidades existem devido a sua baixa densidade demográfica local, que tornara economicamente inviável a extensão de rede elétrica (Velázquez et al. 2010).

O modelo de oferta de energia elétrica prioriza a geração centralizada, que acaba por beneficiar atividades energo intensivas e cidades consideradas mais importantes que outras. Provocou, por conseguinte, a exclusão de populações dispersas com densidades muito baixas, porém que no total, acarretam em um número equivalente a centenas de milhares de pessoas (Rosa, 2007).

A quantidade de habitações não acolhidas por este serviço chega a mais de 450 mil, sendo que dois terços deste total estão localizados no interior da floresta. Tratam-se de comunidades ribeirinhas e extrativistas, que se distribuem uma das outras por quilômetros de distância e contêm poucas casas conglomeradas (Rosa, 2007).

2.3. POLÍTICAS PÚBLICAS ENERGÉTICAS

A Constituição Federal de 1988 trata o fornecimento de energia elétrica como um bem comum e, assim sendo, passa a ser obrigação do Estado o atendimento deste serviço a todos.

A postura das políticas energéticas sempre foi de negligência quando voltadas à zona rural, uma vez que há um pensamento enraizado, de que o fornecimento de energia elétrica via conexão à rede é, de fato, a única alternativa possível. Em regiões física e geograficamente complexas, essas políticas são extremamente excludentes, pois englobam custos consideravelmente elevados (Silva & Bermann, 2002).

A logística de abastecimento passa a ter um grau maior de dificuldade, devido às inusitadas formas de acesso, pois a malha ferroviária ou mesmo fluvial são insuficientes (Miki, 2003). Desta forma, acaba-se por ocorrer privilégios às regiões com boa infraestrutura e economia mais ativa, quanto ao acesso à eletricidade. Essa tendência é definida como uma discriminação socioeconômica (Silva & Bermann, 2002).

Os programas voltados à energização rural pecam ao não dar devida importância ao planejamento energético, pois acabam por cometer o mesmo erro que as políticas tradicionais, partir de soluções pré-determinadas para a região (Silva & Bermann, 2002).

As políticas energéticas tradicionais se concentram, sobretudo, nos interesses financeiros (Udaeta et al. 2004). Portanto, é necessário determinar a vocação energética local,

baseado nos seus recursos naturais, para que haja seu sustento produtivo, pois no cenário atual do modelo mundial, aqueles que não conseguem atrair investidores – devido ao seu baixo atrativo econômico – estão fadados a não receber o recurso elétrico (Cartaxo, 2000).

O problema da exclusão elétrica é reconhecido pelo Estado brasileiro e é tratado pelas políticas públicas por meio da Lei nº 10.438/02, que trata, entre outros aspectos, da universalização do fornecimento de energia elétrica, e também pelo Decreto nº 4.873/03, que criou o programa intitulado como Luz para Todos (Rosa, 2007).

Apesar desse reconhecimento, o programa Luz para Todos procura majoritariamente à eletrificação local por meio de redes de distribuição oferecidas por empresas locais. São resquícios deixados pela recente mudança no programa, que abrange hoje, formas de geração individual e também de forma descentralizada com redes isoladas (MME, 2014).

Foi determinado neste programa, como meta de universalização, que as concessionárias responsáveis pela região, adotassem medidas de extensão da sua rede de distribuição (Rosa, 2007).

Essas concessionárias acabam por dar prioridade de atendimento aos locais que tem mais facilidade de acesso, pois evitam assim, um gasto excessivo de distribuição e manutenção do serviço (Rosa, 2007).

Para desempenhar seu papel de modo satisfatório, é preciso a integração entre o planejamento energético com o planejamento de desenvolvimento. Somado a isso, tornar-se indispensável a existência de um banco de dados com informações de qualidade sobre os aspectos que moldam e envolvem a natureza deste tema (Silva & Bermann, 2002).

2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O levantamento e aquisição de informações geográficas sobre a forma quanto aos recursos naturais são distribuídos – sejam estes recursos relacionados ao mineral, animal, vegetal ou mesmo o tipo de propriedades – é pertinente à evolução de uma sociedade organizada (INPE, 2001).

O Geoprocessamento é a modalidade que se dedica a esta temática a partir do uso do ambiente computacional. Muito relevante à área da Energia e Planejamento Urbano, como também da Análise de Recursos Naturais, utiliza métodos matemáticos para tratamento dessas informações. As ferramentas computacionais utilizadas são chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e possibilita que sejam realizadas análises complexas (INPE, 2001).

O estudo para o conhecimento acerca de uma determinada região torna-se muitas vezes custoso, pois solicita tempo e recursos de pesquisas em campo. A partir de ferramentas computacionais com dados estatísticos bem estabelecidos, pode-se contornar essa problemática, e vantajosamente, a adição do benefício de ampliação do campo de estudo (Els, 2008).

Com a finalidade de localizar as demandas e suas soluções (seja qual for a problemática) são criados Sistemas de Informações Geográficas, pois permitem a inserção, combinação e manipulação de informações em um único ambiente de dados (Souza et al. 2009). Portanto, tornam possíveis consultas e análises destes dados por meio da visualização de resultados, postergando assim, uma compreensão facilitada para o analista (BIT, 2014).

Os SIGs são definidos de formas diferentes por alguns autores, porém três modos de aplicação se destacam: produzir mapas, apoio à análise de fenômenos ou então como banco de dados geográficos (INPE, 2001). Seguem algumas definições para os SIGs:

“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados” (Aronoff, 1989);

“Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (Burrough, 1986);

“Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de resposta a problemas” (Cowen, 1988);

“Um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais” (Smith et al., 1987).

Estes conjuntos de definições refletem a diversidade de uso e de interpretações possíveis desta tecnologia, permitindo um uso interdisciplinar. Desta forma os SIGs têm por características oferecer a combinação de várias informações espaciais originados de dados cartográficos, censitários, imagens de satélite e modelos de terrenos, para consulta e análise em um único ambiente (INPE, 2001).

A tecnologia de geoprocessamento envolve ferramentas computacionais, portanto é fundamental se ter cautela na implementação dos dados. Isso ocorre porque a interdisciplinaridade se encontra presente nestes sistemas, ou seja, permite que profissionais de diferentes áreas possam atuar sobre estes dados. A multiplicidade ao qual é recoberto abre portas para análises em conceitos diferentes, portanto o SIG deve arquivar suas atribuições a várias representações. Cada profissional irá analisar estes dados conformes as definições que são apresentadas em suas respectivas disciplinas. A título de exemplo pode-se citar que um

sociólogo, um ecólogo ou mesmo um geólogo possam gerar resultados diferentes através de informações de um mesmo banco de dados (INPE, 2001).

Ao visualizar a forma como um SIG opera, percebemos – de forma geral – a presença de alguns componentes (INPE, 2001):

- Área de interação (interface) com usuário;
- Ingresso e associação de dados;
- Consulta e análise;
- Visualização através de plotagem;
- Gerência (armazenar e recuperar) de dados.

O relacionamento destes elementos segue uma forma de hierarquia. O nível mais próximo ao usuário é a interface, que determina a forma que o sistema será controlado. De modo intermediário, as formas de processos de dados espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). De forma mais interna, a gerência de dados através dos bancos geográficos que possibilita o armazenamento e a recuperação destes dados (INPE, 2001). A Figura 2 demonstra as formas de interações dos principais elementos de um SIG.

Cabe ressaltar que existem duas dimensões diferentes de dados analíticos, os lados qualitativo e quantitativo. Ambas são tangíveis e podem ser manipuladas. Normalmente se dá mais atenção ao universo das dimensões quantitativas, por sua natureza facilitada de testes, experimentos e mensuração, esquecendo-se muitas vezes a dimensão qualitativa. Isso ocorre porque a dimensão quantitativa é, muitas vezes, tratada como real e exclusiva. Portanto, cabe sempre a crítica analítica sobre a contextualização completa do assunto (Souza et al. 2009).

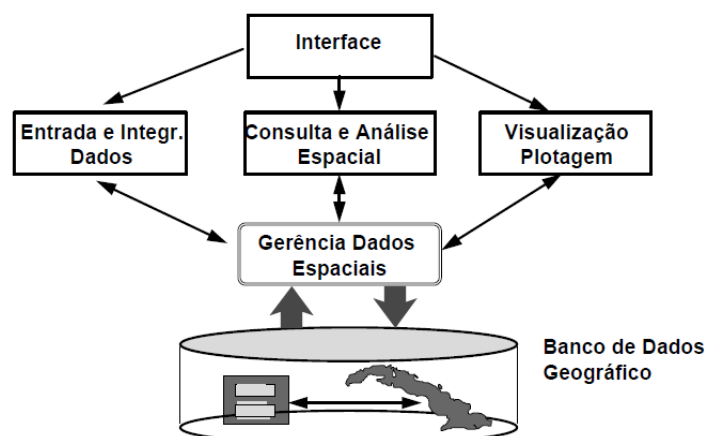


Figura 2 – Estrutura geral de SIG (INPE, 2001).

Trata-se, portanto de ferramentas computacionais que permitem uma visualização de resultados através de dados cartográficos (mapas). Os dados da região em estudo são recolhidos e inseridos conforme suas origens locais, e posteriormente ocorrem correlações

destes dados para obtenção de resultados. O usuário visualiza tudo em apenas um ambiente, porém este ambiente é formado através de várias camadas de informações diferentes, sobrepostas uma a outra para revelar os resultados finais.

São largamente utilizados para estudos sobre os impactos antropológicos através da agricultura, silvicultura, criação de estradas, evolução dos grandes centros econômicos ou mesmo das cidadelas, sejam estes impactos no habitat humano ou no meio selvagem.

Além destes, pode-se realizar estudos de planejamento da utilização dos recursos encontrados no país, com vistas ao crescimento econômico e com práticas sociais, possibilitando o acesso de bens básicos aos que não possuem, e também na melhoria daqueles que são precários.

São, portanto ferramentas que auxiliam no processo de decisões para que possamos seguir o caminho das cidades organizadas, com buscas a atacar os problemas que se encontram nestes locais, mesmo os que se encontram em territórios isolados ou no nível nacional.

CAPÍTULO III: A TURBINA HIDROcinÉTICA COMO TECNOLOGIA SOCIAL

Como elemento imprescindível à vida, o ser humano procura alocar-se – desde os primórdios – próximo à água. Quando dominou as técnicas de agricultura e a domar animais, passou desenvolver civilizações ao redor de seus rios.

O Brasil, país conhecido por sua rede fluvial exorbitante, aglomera a maior parte das suas comunidades próximas a seus rios, principalmente a região Norte do país. Este bem é utilizado para inúmeras atividades decorrentes do ser humano, como vias de transporte, para lavar roupas, despejo de dejetos humanos e demais afazeres.

Outra funcionalidade que esses rios podem ter é a geração de energia elétrica. Isso é bastante conhecido no mundo inteiro sendo explorado por meio de barragens, para transformação de energia potencial em elétrica. Muito se discute dessa técnica de transformação, devido aos seus enormes impactos sociais e ambientais.

É posto em questão da valorização humana, uma vez que comunidades são destruídas para que outra tenha um fornecimento de recursos garantido. Além deste malefício, outros tantos percorrem essas comunidades.

A turbina hidrocínética (THC) aparece então como uma alternativa dessa transformação, pois evita a construção e edificação de estruturas gigantescas que destroem o bioma, uma vez que utiliza da energia cinética de escoamento do rio e não a potencial (Felizola et al. 2007).

Deste modo, acaba por não interferir no curso natural dos rios. Este diferencial, evita a construção de grandes represas que afetam o bioma local, que por sua vez, alteram todo o cotidiano de sua população, assim como sua estrutura social. Permite então, um ambiente sustentável com integração harmoniosa entre tecnologia, homem e natureza (Felizola et al. 2007).

Essa turbina necessita de alguns parâmetros para seu uso, porém, como os rios brasileiros destacam-se por suas características de profundidade, extensão e largura, juntamente com a natureza de seu relevo, permitem seu emprego (Felizola et al 2007).

3.1. HISTÓRICO

Uma das primeiras tecnologias a utilizar o recurso cinético disponível foram as rodas d'água, porém com finalidades diferentes. No mundo, existe o estudo e desenvolvimento de turbinas que aproveitam a energia cinética, porém são voltadas as correntezas das marés, o que traz consigo um dimensionamento muito grande de turbinas, que por sua vez, não podem ser utilizadas em rios (Rodrigues, 2007).

Uma das primeiras experiências para produção de eletricidade em leitos de rios, ocorreu no Brasil em 1981, com a construção de um protótipo desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA) (Els, 2008).

Esse protótipo (Figura 3) mostrou-se com baixa eficiência, e deixada à mercê de um desenvolvimento futuro. Nomeado como cata-água, foi uma adaptação de um rotor de cata-vento americano com múltiplas pás, com flutuadores de tambores com capacidade de 200 litros (Cruz, 2005).

Há também a turbina Darrieus tripá (Figura 4), sendo derivada daquela utilizada para transformação de energia eólica. Sua estrutura é composta por três pás retas com perfis aerodinâmicos biconvexos, e mostrou-se eficientemente melhor do que o cata-água. Quando se trata dos materiais que a compõe, comporta-se do mesmo modo que aquele desenvolvido pelo INPA, pois podem ser encontrados nas comunidades locais, facilitando assim sua construção e manutenção (Cruz, 2005).

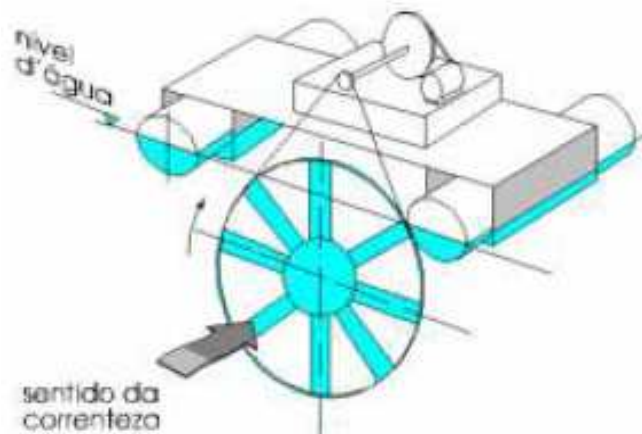


Figura 3 – Cata-água do INPA. Fonte: (Cruz, 2005).

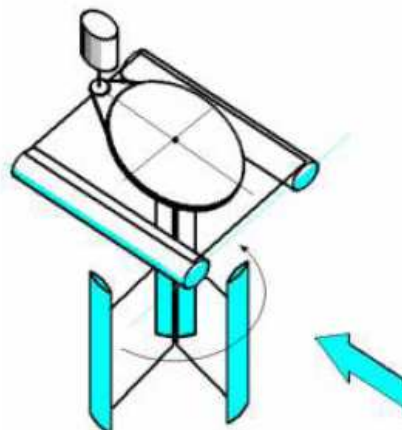


Figura 4 – Turbina Darrieus tripá. Fonte: (Cruz, 2005).

Percebe-se, portanto, que as turbinas hidrocínética podem ser de eixo vertical – perpendicular à direção de escoamento do rio – ou de eixo axial – na direção do fluxo de água.

Cada máquina tem uma peculiaridade e rendimento diferente. A roda d'água, por exemplo, tem um rendimento hidráulico na ordem de 10%, já as hélices conseguem 80% de rendimento (Campos, 2015).

Em 1990, a pedido do Dr. Edgar Van den Beusch, um francês médico militar da legião estrangeira francesa e morador da comunidade de Arrejolândia no município de Correntina na Bahia, a Universidade de Brasília (UnB), por meio de seu Departamento de Engenharia Mecânica (ENM-UnB), passou a realizar estudos para geração de energia elétrica na região (Sousa, 2015).

Este professor possuía uma ideia de atender o sertão da Bahia através de sistema de rádio. Para que isso fosse possível, seria necessário a existência de energia elétrica no local. Na ECO 92 o Dr. Edgar propôs um desenho de atendimento, com pretensões até para as regiões da Amazônia. Dava-se da seguinte maneira, haveria um setor terciário que treinaria pessoas para vistoriar as casas com inspeções de saneamento e condições de saúde, no secundário os profissionais de saúde em postos distribuídos na região e o primário as instalações físicas de hospitais. O Hospital Universitário de Brasília (HUB) era o articulador dessa proposta. O professor utilizava um veículo Toyota como ambulância para transportar os pacientes para este hospital (Sousa, 2015).

A parceria com o hospital, assim como a motivação dos professores, em especial do professor Rudi Van Els, foram os fatos que causaram mobilidade no prosseguimento do projeto (Sousa, 2015)..

O posto necessitava de alguma unidade energética para realizar alguns exames nos pacientes. O Dr. Edgar tinha um sistema de energia solar de baixa confiabilidade, e com baixa geração de energia. Pelo fato da casa do Dr. Edgar se encontrar acima de um rio com correnteza, e pelo conhecimento adquirido pelos envolvidos, era sabido que podia retirar energia deste rio e transformá-la em energia elétrica (Sousa, 2015).

O posto de saúde necessitava de refrigeração e iluminação para estoque de vacinas. Devido à velocidade do rio próximo a este posto, houve a percepção de seu potencial de geração (Oliveira, 2015).

Luís Fernando Balduino de Sousa havia realizado um trabalho de conclusão de graduação que se chamava cata-água, esta era a base que fundamentava a turbina (Sousa, 2015).

Inicialmente não havia financiamento para o projeto sendo este custeado por professores e alunos da UnB assim como o departamento de mecânica (ENM-UNB). O contato pelo Dr. Edgar aconteceu antes da instituição da FINATEC, então o que a Universidade tinha a oferecer era o projeto de graduação cata-água, os recursos vinham do financiamento dos projetistas. Posteriormente, com a institucionalização da FINATEC, o projeto passou a ser financiado por ela (Sousa, 2015).

A primeira tentativa da THC tinha então a seguinte configuração: três pás montadas em eixo vertical, como uma turbina darrieus, uma turbina com eixo perpendicular ao fluxo, muito parecida com o cata vento savonius. A turbina funcionava tanto para captação da energia do vento como da água, porém quando utilizada na água, seu rendimento cai, pois o perfil de sustentação muda constantemente, fazendo com que a máquina realizasse muitas paradas bruscas. Este primeiro experimento não deu bom resultado (Campos, 2015).



Figura 5 – Primeira turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB. Fonte: (Campos, 2015).

Com empenho dos professores Lúcio Benedito Renó Salomon e Aldo João de Sousa, a segunda tentativa foi com uma máquina mais elaborada, aonde uma hélice viria ser alocada abaixo d'água e conectada por um eixo onde do outro lado havia uma grande polia com correia dentada com 2 metros. As máquinas de eixo perpendicular ao fluxo foram deixadas de lado dando lugar aos de eixo axial. As duas pás da hélice tinham uma característica que permitia que a água que se chocava com elas, quando retornava ao rio, o fizesse no mesmo perfil de entrada. O sistema de transmissão mecânica era um sistema composto por esta correia dentada de bicicleta, um peão e uma coroa que levava até outra correia, agora de borracha, que movia um alternador de automóvel do lado de fora do rio (Campos, 2015).

Esta máquina conseguiu gerar energia elétrica em corrente contínua, porém devido à sua forma rústica de montagem, não durou muito tempo. Trocaram-se alguns componentes,

em principal a correia de bicicleta por de uma moto 125 cilindradas e com uma lubrificação. Com estas mudanças a máquina funcionou durante três meses (Campos, 2015).



Figura 6 – Segunda turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB. Fonte: (Campos, 2015).

Em outras oportunidades de visitas, o prof^o Clóvis de Oliveira Campos junto com o prof^o Lúcio mediram a rotação e torque da máquina. O eixo da hélice tinha uma rotação de 180 rpm com a transmissão de 1:10 no outro extremo, a rotação subia para 1800 rpm que é a rotação de um gerador de 4 polos. Realizados os testes, a THC foi aprimorada (Campos, 2015).

A nova THC contava então com uma estrutura para inserir e retirar a máquina da água, hélice com 18 pás, uma grade de proteção para a hélice (caso algum corpo estranho viesse a atingir a máquina), uma caixa para proteger o gerador de 2kW, um agrupamento de engrenagens para realizar a transmissão e um conjunto que formava um difusor (Campos, 2015).

Na entrada da máquina com diâmetro de 1,2 metros o fluxo de água seguia até atingir as pás no final com 60 centímetros de diâmetro. O acoplamento de um tubo dentro de outro se assemelhava ao conceito de uma turbofan e auxiliava o fluido a ganhar velocidade (Campos, 2015).

Quando se introduziu a máquina no leito, o gerador passou a funcionar, onde sua ventoinha o resfriou, e acendeu-se uma lâmpada de 220 V. O máximo de energia elétrica que esta turbina conseguia gerar era 1 Kw (Campos, 2015).

A mudança de duas pás para dezoito não alterou a potência gerada pela turbina, mas melhorou seu funcionamento, onde esta máquina rodava mais suave e uniforme, sem dar os trancos de outrora (Campos, 2015).

Ainda em 1995 essa turbina foi instalada, com a finalidade de produzir energia para um posto médico da cidade, trazendo além do benefício elétrico, a assistência médica para aqueles que não usufruíam deste bem (Felizola et al. 2007).



Figura 7 – Terceira turbina hidrocínética desenvolvida pela UnB. Fonte: (Campos, 2015).

Outra THC foi instalada no rio Amazonas, mas esta tinha pás com diâmetro de 3 metros, já que a velocidade do rio era bem menor. A rotação era menor então alguns diferenciais foram realizados para que se pudesse atingir a rotação do gerador.



Figura 8 – Montagem para instalação da turbina hidrocínética com flutuantes. Fonte: (Campos, 2015).

Este projeto tem uma visão de cunho puramente social, não havia viabilidade econômica para o lançamento de uma empresa com desejo comercial. Algumas demandas começaram a aparecer, porém deveria ser uma articulação estatal para fazer atendimento às essas comunidades (Sousa, 2015).

Após a instalação destas turbinas e o encerramento destes projetos, O prof^o Antônio César Pinho Brasil Júnior confeccionou uma máquina com um perfil aerodinâmico – facilitando o fluido entrar sem turbulência – utilizando um tubo de sucção achatado. O

material que estruturava a THC era composto por fibra de vidro com espuma de poliuretano. Era uma turbina de tamanho reduzido, com seu rotor medindo em torno de 14 cm de diâmetro e fabricado em alumínio (Campos, 2015).

Ao todo onze THC foram instaladas pelo país. Algumas ações podem de viabilizar tecnicamente a instalação de THC, por exemplo, o tratamento químico anticorrosivo, já que estas máquinas são submersas na água. Outro fator é que dependendo do rio, pode-se usar um pouco de construção civil para afunilar o rio e aumentar sua velocidade (Campos, 2015).

Ordem de instalação	Descrição	Local
1º	Turbina de eixo vertical (Darrieux) instalada, em 1991, na residência do Dr. Edgar Van Den Beush.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA.
2º	Primeira turbina de eixo axial (1 kW) com rotor de 0,6 metros de diâmetro instalada, em 1995, na residência do Dr. Edgar Van Den Beush.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA.
3º	Turbina de eixo axial (2 kW) com rotor de 1,2 metros de diâmetro instalada na residência do Dr. Edgar Van Den Beush.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA.
4º	Turbina de eixo axial instalada na residência particular fazendeiro.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA. Aproximadamente 50 km acima da primeira.
5º	Turbina de eixo axial.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA. Aproximadamente 20 km acima da primeira.
6º	Turbina de eixo axial.	Veredão do Rio Corrente no município de Correntina – BA. Aproximadamente 10 km acima da primeira.
7º	Turbina de eixo axial apoiada em flutuantes instalada na propriedade do Hotel Lloyd.	Rio cristalino, no município de Alta Floresta – MT.
8º	Turbina de eixo axial apoiada em flutuantes com potência de 1,3 kW e rotor com três metros de diâmetro, financiada pelo INPA.	Rio Uatumã, abaixo da UHE Balbina.
9º	Turbina de eixo axial.	Município de Xanxerê - SC.
10º	Turbina de eixo axial instalada na Comunidade de Puçazeiro.	Rio Arrojado, próximo à Correntina – BA.
11º	Turbina de eixo axial instalada para processo produtivo dos castanheiros.	Maracá – AP.

Quadro 1 – Turbinas hidrocinéticas instaladas no Brasil. Fonte: (Campos, 2015).

Deve-se levar em conta a necessidade do local em relação a energia, não apenas considerar o potencial de geração, que muitas vezes é irrelevante em relação à necessidade social (Sousa, 2015).

Para o prof^o Aldo, entre as tecnologias de geração que existem, a THC é muito promissora, tendo em vista a tecnologia da energia solar que tem uma boa imagem, é uma energia muito dispersa e necessita uma área muito grande. Já quando comparada à eólica, a densidade de ar é muito baixa quando relacionada ao da água, portanto tem um potencial maior de se transformar energia cinética em elétrica. Portanto a turbina hidrocínética é uma alternativa muito viável (Sousa, 2015).

Dentro da utilização dos recursos naturais, a hidrocínética é uma alternativa para lugares remotos muito atrativa, por não degradar o meio ambiente e nem gerar gases do efeito estufa. Deve-se aproveitar as correntezas dos rios que temos, explorando da melhor forma possível (Sousa, 2015).

O processo de desenvolvimento do cata água para a turbina hidrocínética foi um pulo tecnológico muito grande, para o professor o diferencial do desenvolvimento para todas as versões da turbina e todas suas evoluções se dá por meio do poderio do financiamento, que traz mais recursos para que possam ser aplicados no seu desenvolvimento (Sousa, 2015).

O mais gratificante foi definitivamente conhecer o caráter do professor Edgar, por vir de uma família nobre e procura largar suas mordomias para ajudar as pessoas na situação da pobreza, seu caráter humanista. Também procurar reaplicar esses atos para ajudar pessoas necessitadas em outras regiões, por meio dessas ações que se faz de fato uma nação (Sousa, 2015).

Na ausência do Estado em cumprir suas obrigações em prover os serviços básicos e o caráter humanista de uma pessoa em fornecer o atendimento de saúde no oeste baiano, levou a ser construído na UnB um equipamento de geração de energia com características assistenciais, sem fins lucrativos. Daí a turbina hidrocínética ser analisada nesse trabalho como uma tecnologia social.

3.2. MODELOS DAS TURBINAS HIDROCINÉTICAS

A turbina instalada em 1995 foi denominada pelos pesquisadores no ENM-UnB de primeira geração, onde estas já se encontram na sua terceira geração. Cada nova geração atribui uma melhoria à turbina, como sua hidrodinâmica e seu processo de fabricação. No caso da segunda, foi acoplado um tubo de sucção com a finalidade do aumento de eficiência de transformação de energia para o torno mecânico (Els, 2008). A terceira procurou a redução

do peso da turbina (de 300 para 150 quilos) sem diminuir sua capacidade de geração. Com esta redução, é possível o transporte até comunidades bastante afastadas, que antes não era possível, devido á natureza adversa ao transporte encontrada (Eletronorte, 2008).

3.2.1. Primeira geração

Os pesquisadores daquela turbina de dezoito pás passaram então a buscar o perfil aerodinâmico ideal para esta máquina. Com seus estudos chegaram a uma conclusão deste perfil e o prof^o Lúcio calculou um número de seis pás para o rotor. Então essas pás foram confeccionadas para o rotor com 1,20 metros de diâmetro. Foi criado um tubo de sucção, com uma geometria cônica de entrada e cilíndrica de saída que atuava com uma pressão maior do que na base da máquina, aumentando a velocidade do fluido. Desta maneira a máquina conseguiu gerar 2,2 kW de potência. Esta é a máquina considerada como THC de primeira geração (Campos, 2015).

São componentes principais dessa turbina a grade cônica de proteção, tubo cônico de sucção, sistemas de transmissão, rotor, cones de alinhamento de fluxo de entrada e saída e gerador elétrico.

Esta turbina propôs um objeto de proteção aos detritos trazidos pelas correntezas dos rios, que impossibilitavam o funcionamento pleno das THCs por causar interrupções contínuas. O desenho de grade no sistema de proteção é proposital com a função de proporcionar uma menor perda de carga do fluxo.

O tubo cônico de sucção vem com a finalidade de acelerar o fluido na entrada da máquina e de evitar que o fluxo externo à turbina atrapalhe no perfil de escoamento de saída.

Os tubos de alinhamento otimizam o formato hidrodinâmico do escoamento do fluido, uma vez que o cone de entrada direciona o fluxo.

O rotor transforma a energia cinética em energia mecânica no eixo. Pode ser composta por quatrou ou seis pás, onde seus tamanhos são calculados em função da velocidade da água do rio.

Foi uma turbina de caráter experimental que aproveitava a energia proveniente da água a velocidades limitadas a 2m/s e suas hélices variando de quatro a seis pás podendo alcançar 2 metros de diâmetro (Els, 2008). Sua melhor performance se dá para as hélices de seis pás e 0,8 metros de diâmetro (Rodrigues A. P., 2007).

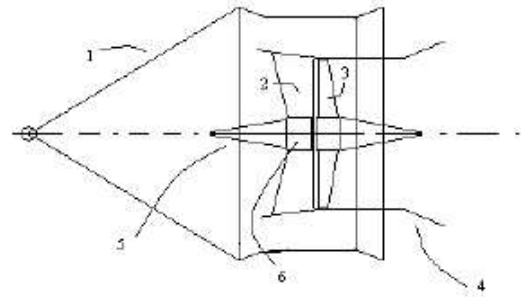


Figura 9 – THC de primeira geração. Fonte: (Oliveira et al.2014)

Esta turbina pode ser retirada do rio, pois a estrutura de sustentação permite esse grau de liberdade a mais. Esse suporte origina vantagens quando voltado à manutenção, limpeza e operação da máquina, uma vez que há um limite de velocidade da água do rio que deve ser respeitada (Els, 2008).

3.2.2. Segunda geração

Com o intuito de transformar o caráter experimental em comercial (podendo ser produzido industrialmente), melhorias hidrodinâmicas e de processo de fabricação foram adotadas para sua construção (Els, 2008).

Um sistema de transmissão mais reforçado faz parte desta geração, uma vez que o do modelo anterior não suportava o tempo de trabalho previsto.

A inovação adotada nesta nova geração de THC é a instalação de um difusor cônico, trazido pelo seu conceito em turbinas eólicas, que permite uma melhor transformação de energia cinética em mecânica (Els, 2008).

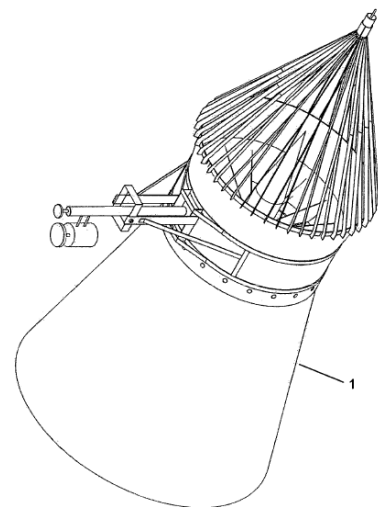


Figura 10 – Segunda geração de THC em operação e desenho técnico. Fonte: (Campos, 2015).

3.2.3. Terceira geração

No ano de 2004, a UnB entrou em parceria com a Eletronorte com atividades de P&D para aplicação em comunidades isoladas da Amazônia. Como os custos de transportes são elevados, procurou-se desenvolver uma turbina compacta e leve, feito de materiais plásticos e visando uma fácil instalação. Essa turbina seguiria padrões de sustentabilidade, sendo também uma alternativa de geração renovável (Brasil et al. 2007).

As alterações realizadas para concepção da turbina geração dois aumentaram suas dimensões, que impossibilita sua utilização em rios de baixa profundidade. Os pesquisadores buscaram então desenvolver um difusor menor, transportável e com um melhor rendimento hidrodinâmico (Brasil et al. 2007).

Desta maneira nasceu a terceira geração de THC na UnB. O novo design adotado permitiu a criação do difusor proposto, onde a carcaça age como difusor, que tem a finalidade de desacelerar o fluxo na saída, reduzindo então sua pressão e aumentando seu coeficiente de potência (Brasil et al. 2007). A utilização de difusores é muito importante para finalidades de transmissão de potência, já que uma turbina com este equipamento pode aumentar seu coeficiente de potência em até 4,25 vezes (Souza et al. 2006).

Outra alteração ocorreu com o intuito de reduzir as perdas de transferência de potência, assim, o gerador foi agregado ao núcleo, formando um conjunto com o rotor (Souza et al. 2006).

A THC é composta principalmente por 5 elementos. São eles o difusor, carcaça, anel, rotor de 4 pás e o núcleo conversor (Souza et al. 2006).

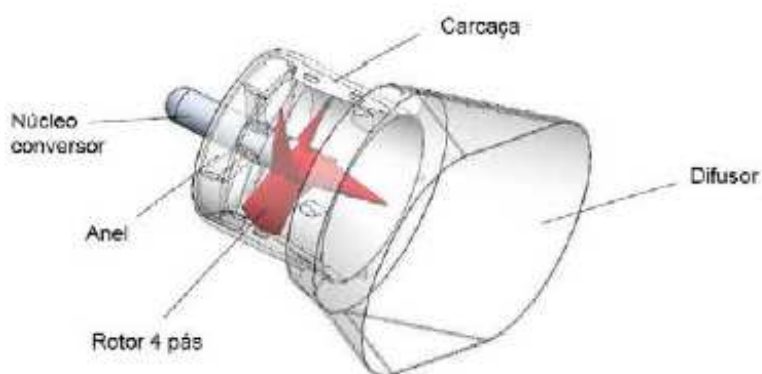


Figura 11 – Partes principais da THC de terceira geração. Fonte: (Brasil et al. 2007).

Sua carcaça e difusor são compostos de fibra de vidro e pintadas com tinta automotiva, tornando-a mais lisa (Souza et al. 2006). A composição do rotor envolve quatro pás de polímero e admite a regulação dos ângulos de ataque das pás, visando uma melhor aplicação

hidrodinâmica. Seu anel tem a função de sustentação do núcleo conversor do mecanismo que por sua vez, é composto por um gerador assíncrono de corrente contínua, 750 Watts de potência e 12 Volts (Brasil et al. 2007).



Figura 12 – Protótipo da turbina hidrocínética de terceira geração. Fonte: (Brasil et al. 2007).

Sua geometria proporcionou uma performance hidráulica próxima às máquinas axiais convencionais, que alcançam uma eficiência em torno de 90% de transmissão de potência. Entretanto, a eficiência de transformação de energia cinética é limitada fisicamente, quando tratada pela diferença de pressão. O coeficiente de Betz nos avisa que o máximo transformado não pode ultrapassar os 59,3% (Brasil et al. 2007).

Uma vez que o trajeto do escoamento percorre o vão entre a carcaça e o difusor, o perfil de difusor desenvolvido acaba por admitir também um controle da camada limite na sua superfície interna (Souza et al. 2006). Esse controle permitiu o emprego de difusores menores, um dos objetivos do projeto de inovação da THC (Brasil et al. 2007).

Simulações fluidodinâmicas computacionais (CFD), com ajuda de softwares especializados (ANSYS/CFX), foram realizadas no modelo definido para esta turbina. Com seus resultados animadores, houve o consentimento da criação de um protótipo e naturalmente testes (em escala reduzida) em túnel de vento (Rodrigues A. P., 2007).

Foram definidos seus diferentes coeficiente de potência para cada situação de carga diferente, levando em consideração as possíveis velocidades do rio em que é aplicada. O resultado se mostra abaixo.

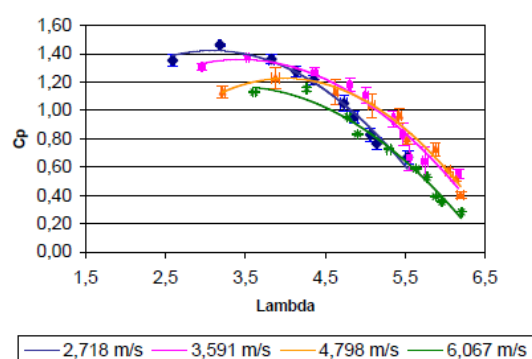


Figura 13 – Coeficiente de potência x Lambda da THC de terceira geração. Fonte: (Souza et al. 2006).

Atualmente, a UnB executa novos projetos que favorece o desenvolvimento de uma nova turbina para ser instalada no canal de fuga de Usinas Hidrelétricas. Posteriormente nesse trabalho detalharemos sobre esse modelo.

3.3 ESTUDOS DE CASO

3.3.1. Projeto Poraquê

Este projeto iniciou em 2003 e foi financiado pelo Estado por meio do Programa Luz para Todos, com sua função de universalização da energia elétrica. Financiado pelo Ministério de Minas de Energia (MME) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), trazia a idéia da inserção do uso de energias renováveis. O objetivo deste financiamento é a confecção de um modelo que possa ser reaplicado, promovendo o arranque do processo de universalização na Amazônia (Els, 2008).

O projeto veio com a intenção de expandir as atividades extrativistas da comunidade do Maracá, tendo em vista a sustentabilidade do desenvolvimento econômico da região (Els, 2008).

Havia então a idéia de inserção de duas tecnologias, uma para geração de eletricidade – por meio da THC – e outra para o processo de secagem do produto – secador solar (Rosário et al. 2005).

Foram realizados estudos com indicadores ambientais, econômicos e sociais. Sendo a população um elo importante no processo realização do projeto. O estudo hidrográfico da região deu-se com a visita de campo em dois períodos distintos e importantes no comportamento de um rio – de chuva e seca. Foi então estabelecido o potencial hidrocínético do leito (Els, 2008).

Foi estabelecido que, devido suas corredeiras, seria possível um aproveitamento entre 400 W a 1 kW de potência elétrica (Rosário et al. 2005).

O levantamento realizado possibilitou a confecção de um esboço do equipamento que proviria energia elétrica. Os resultados estabeleceram também que a implantação da THC para simplesmente gerar energia não correspondia com a demanda local, pois este potencial energético deveria ser explorado para o desenvolvimento da infra estrutura de apoio à produção (Els, 2008).

O processo instalação da turbina conteve dificuldades de locomoção, e envolveu a participação da comunidade para que esta chegasse ao seu destino (Els, 2008).

No ano de 2006 a turbina de segunda geração foi então instalada no rio Caranã. Não tardou muito e a comunidade mobilizou-se para que o uso desta energia gerada beneficiasse a educação local, transferindo a escola para que fosse atendida por esse bem (Els, 2008).

Com a vinda desta turbina, uma nova estrutura produtiva foi planejada e construída, possibilitando seu crescimento de produtividade. Outra ação realizada pelo projeto, foi a instalação de ponto de recarga de baterias, incentivando seu uso pela comunidade. Esse ponto localiza-se próximo à escola e abastece a população nas suas atividades caseiras. Essa utilização traz o sentimento de posse da comunidade, que acaba por contribuir com a ação participativa da cidade em suas atividades (Els, 2008).



Figura 14 – THC de segunda geração aplicada no rio Caranã. Fonte: (Els, 2008).

Em todo o processo do projeto, houve participação ativa dos atores locais. Partiu destes a proposta de utilizar a THC na comunidade em que viviam. Além disso, estes indicavam sobre o comportamento da fauna e do rio para o levantamento de estudos adequados. Por fim fizeram parte da gerência do projeto como de utilização e manutenção da tecnologia, sendo antes realizados treinamentos para especialização da comunidade para com a THC (Brasil et al. 2007).

3.3.2. Projeto Tucunaré

A partir de uma iniciativa da Eletronorte houve uma parceria de P&D com a UnB e outras universidades brasileiras, com o intuito de utilizar a energia cinética a jusante da usina hidroelétrica de Tucuruí, ou seja, já vertidas ou turbinadas pela usina (Eletronorte, 2008).

Este projeto procura desenvolver uma THC de eixo horizontal com capacidade de geração de 500 kW, procurando evoluir ainda mais a tecnologia das turbinas desenvolvidas pela UnB. Para que isso seja possível, são realizadas avaliações de potenciais hidrocínéticos no reservatório com uso de CFD e ensaios em túnel de vento. São realizadas também, ponderações da cadeia produtiva de pesca existente na região, assim como sua mobilidade local (Tucunaré, 2014).

O uso desta THC propiciará uma gama maior de oportunidades da utilização de energias renováveis, pois procura a viabilidade do uso da energia disponível à jusante de outras hidroelétricas já existentes (Tucunaré, 2014).

Seu objetivo é a construção de parques hidrocínéticos fluviais que atendam, pelo menos, uma demanda de 5MW. Sua previsão de lançamento se dá em cinco anos e seria a primeira do planeta (Eletrobras, 2014).

O professor Taygoara Felamingo de Oliveira iniciou a sua participação no grupo de hidrocínética a partir do projeto tucunaré. A sua atuação no projeto se dá de forma técnica devida sua qualificação profissional, particularmente em mecânica dos fluidos. A gerência técnica do projeto tucunaré pertence ao professor (Oliveira, 2015).

O projeto tucunaré amplia a escala de atuação da turbina hidrocínética, com diâmetros maiores em torno de cinco a dez metros. Outrora as turbinas eram projetadas com diâmetros próximos a 1 metro para locais de menor envergadura. As turbinas hidrocínéticas podem gerar de 100 kW até a 500 kW, caso das maiores turbinas dependendo das vazões maiores (Oliveira, 2015).

O conceito de aplicação local da THC se deu no início de sua história, no Projeto Tucunaré a Eletronorte tem uma visão diferente onde enxerga nesta tecnologia potencial de geração e exploração econômica, já que o protótipo tem a finalidade de ser instalado no canal de fugas de Hidrelétricas. Essa visão acarreta num incentivo de potenciais financiadores para dar sustento as pesquisas. Empresas no mundo, mesmo em pequena escala, são vistas hoje como um negócio. Se houver um ambiente de negócio para que haja a possibilidade de geração de energia elétrica com intuito de vender ao estado, essa pesquisa começa a se diluir para o setor privado, não envolvendo apenas o setor público, acelerando sua evolução, com construções de parques hidrocínéticos (Oliveira, 2015).

A dimensão da THC não afeta a fauna dos rios, pois a ordem de rotação do eixo se dá no máximo a 30 rotações por minuto, portanto os peixes podem passar entre as hélices sem dano algum. A grade de proteção é utilizada para proteger o rotor da THC de grandes corpos, como por exemplo, um tronco de árvore (Oliveira, 2015).

A motivação foi a investigação do potencial do vertedouro das usinas hidrelétricas, porque são regiões em que há estruturas de transmissão de energia elétrica prontas. Outro fato é que nesses pontos há pouca incidência de grandes corpos que possam danificar a THC, pois pararam na proteção da usina. Outro é que há o impedimento de pesca nestas regiões (Oliveira, 2015).

O projeto tucunaré avançou na direção contrária do atendimento às comunidades isoladas, no sentido de criar turbinas muito maiores e investigar o potencial de negócio de geração de energia hidrocínética. Para que fosse possível o transporte e instalação da THC em comunidades isoladas deveria ser uma micro hidrocínética, aproveitando a questão da redução de seu peso (Oliveira, 2015).

Todas as vezes em que houve aplicação da THC, os modelos eram diferentes por motivos técnicos e portanto ainda não há um modelo consagrado como ideal para elaboração da THC em comunidades isoladas (Oliveira, 2015).

A Eletronorte enxerga um ambiente propício para criação de parques com geração de energia por meio da turbina hidrocínética, onde agentes privados podem investir na fabricação destas máquinas (Oliveira, 2015).

O meio acadêmico já realizou muito para o avanço da THC, há sempre questões que podem ser levantadas, mas os agentes que devem entrar no jogo são do setor industrial. Se o objetivo é disponibilizar estas turbinas às comunidades carentes, alguém deve entrar como um jogador no negócio para fabricá-las (Oliveira, 2015).

Este mercado pode ser promissor e após a inserção do setor privado, as consequências podem incentivar o governo a comprá-las para atender as comunidades que necessitam, por exemplo, por intermédio do programa luz para todos (Oliveira, 2015).

CAPÍTULO IV: A TEORIA SOBRE MODELAGENS REMOTAS

Entre as diversas vantagens que a modalidade das modelagens proporciona, é a multiplicidade de finalidades que tem o maior destaque. Por esse motivo as ferramentas que se utilizam de SIGs impulsionaram seu emprego em diversos ramos, sendo utilizado também pela engenharia (Barreto, 2004).

As imagens de satélite de alta resolução permitiram o avanço tecnológico no desenvolver de estudos a cerca das potencialidades energéticas, e ir além dessa barreira, com o estudo visando o planejamento, procurando adequar suas ações para que os prejuízos recorrentes destas atividades sejam minimizados ou mesmo sanados.

4.1. AS MODELAGENS REMOTAS NO ÂMBITO DA ENERGIA

Dentre as atividades que são abordadas pelos SIGs, a esfera energética é a mais pertinente no desdobramento deste trabalho. Estes sistemas quando voltados à realidade energética, têm o poder de mapeamento de potencialidades de geração elétrica, isso se combinadas a dados socioeconômicos, infraestrutura local e seu sistema produtivo (Els, 2008).

Para tal estudo, é importante o cruzamento de dados por meio de álgebra de mapas em um sistema de geográfico de informações. O Quadro 2 tem como caráter ilustrativo, revelar quais instituições têm este balanço e as informações que estas repassam.

Âmbito	Sistemas de informação	Fontes
Antrópico	Sistemas de base de índice de desenvolvimento humano	Programa das nações unidas para o desenvolvimento (PNUD)
	Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA)	Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE)
	Desmatamento e Focos de calor	Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)
Natural	Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos	Agência nacional de águas (ANA)
	SIG ENERGIS	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL)
Econômico	Sistemas de informações georreferenciadas do setor elétrico (SIGEL)	Agência nacional de energia elétrica (ANEEL)

Quadro 2 – Sistemas de informações existentes e seu campo de estudo. Fonte: Adaptado de (Souza et al. 2009).

Como visto no quadro acima, é perceptível o uso dessa tecnologia na esfera global, com participação do PNUD. Desta maneira existem SIGs desenvolvidos em várias partes do globo, com aplicações voltadas ao seu país de origem, e aqueles com visão internacional.

No Brasil há sistemas de informações geográficas elaborados por diversas instituições (como demonstrado no Quadro 2), cada qual com seus banco de dados específicos para a realidade que são responsáveis.

Em um ambiente virtual é possível identificar a existência de potencialidade hídrica por meio de interpretação de imagem de satélites com o cruzamento de vetores de hidrografia, declividade, geomorfologia, geologia, pedologia, vegetação, pluviosidade e distribuição de chuvas ao longo do ano. Já o meio antrópico pode ser pelo cruzamento dos planos de informação de localidades, setores censitários com 300 domicílios (Censo demográfico), estradas de acesso, desmatamento, focos de calor, cadastro rural, linhas de distribuição de energia elétrica, atividade econômica e uso e ocupação do solo (Souza et al. 2009).

As operações podem ser booleanas para a interseção entre os campos numéricos de planos de informação diferentes resultando em um novo plano com uma homogeneidade de recortes dos polígonos anteriores. O produto final é uma carta-síntese com campos temáticos hierarquizados por uma escala de magnitude segundo a potencialidade e demanda de energia (Souza et al. 2009).

Um dos entraves é o registro cartográfico dos dados e informações em um único banco de dados em um sistema geográfico de informação. Alguns dados não apresentam memorial descritivo de projeção cartográfica, escala espacial e outras informações de origem (Souza et al. 2009).

Como título de exemplo de aplicação, temos os estudos sobre o município de Correntina na Bahia e na área do Distrito Florestal da BR-63. O foco do primeiro estava no conhecimento das atividades econômicas da região, que não apresentavam fornecimento de energia elétrica e na identificação do potencial de geração energética (Souza et al. 2010).

O segundo objetivou o conhecimento da demanda e do potencial energético da região, por meio de energias sustentáveis. Este confirmou um fornecimento de energia elétrica maior às regiões urbanas e populacionalmente mais densas (Souza et al. 2009).

Além desta abordagem, outros tantos aspectos foram também adotados, como a forma de acesso à população, áreas de conservação ambiental e o estudo sobre as atividades econômicas exercidas por região. A avaliação destes fatores permitiu, portanto, as possíveis potencialidades de geração elétrica para estes povos excluídos eletricamente (Souza et al. 2009).

Tantos outros exemplos do uso desta tecnologia podem ser encontrados, porém suas metodologias seguem padrões e finalidades diferentes, como mostra o quadro comparativo abaixo:

Autores	Dados	Finalidade
(Souza et al. 2009)	Declividade, hidrografia e estradas.	Identificar pontos de diferença de declividade em contato com hidrografia permanente e próximo a assentamentos humanos.
(Souza et al. 2010)	Socioeconômicos, infraestrutura e hidrografia.	Identificar área de contato entre famílias com atividade agropecuária e extrativista de subsistência sem fornecimento de energia com potencial energético de fonte renovável: hídrico, biomassa, solar e eólico.
(Felizola et al. 2007)	Declividade e hidrografia.	Identificar áreas para implantação da turbina hidrocínética.

Quadro 3– Exemplos de metodologias realizadas de SIGs

A esfera energética contém duas temáticas relevantes nas atividades antrópicas, a energia elétrica e os combustíveis. Quando voltados à área da eletricidade, as instituições buscam formas de geração desta energia, como transmiti-la aos centros consumidores, e como distribuí-la aos seus usuários. Uma empresa é normalmente direcionada a apenas uma dessas aplicações. Na área dos combustíveis, podemos utilizá-los com finalidade de queima com intuito de o cozimento de alimentos, aquecimento de água ou ambientes, na utilização de máquinas para locomoção ou mesmo à geração de energia elétrica. Esses combustíveis podem ser ou retirados de grandes reservas, ou mesmo extraídos de plantações.

Desta forma, os SIGs envolvem uma complexidade de aplicações na área energética. Podem ser utilizado na agricultura – no auxílio do planejamento das zonas rurais, em conformidade com a dimensão da área utilizada, ou mesmo estudo dos solos – nos estudos de perfuração de poços de petróleo, nas áreas afetadas pelas hidrelétricas – como o desmatamento e a impulsão das cidades – e também pelas redes de transmissão e distribuição de energia. Assim sendo, abaixo serão citados trabalhos envolvidos com algumas dessas áreas para o desenvolvimento de suas atividades.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dispõe de um banco de dados excepcional de estudos e pesquisas realizados pela instituição. É possível sua obtenção a

partir de seu ambiente virtual conhecido como Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Este sistema abrange o equivalente a 615 milhões de variáveis e permite, a qualquer pessoa, a consulta destes dados de forma personalizada, visualizar tabelas e gerar arquivos, geração de gráficos a partir das tabelas, visualização espacial e a inserção de dados pelos órgãos públicos que queiram disseminar suas informações. Os dados presentes neste sistema são temporais, concedendo a visualização da evolução destas variáveis (IBGE, 2015).

Sua contribuição na área da energia depende do avaliador, devido ao seu enorme número de variáveis, mas podemos citar que é possível identificar quantos domicílios ou pessoas possuem energia elétrica, e da mesma forma, aqueles que não possuem, ou seja, a demanda deste bem. Devido a personalização que o sistema permite, podemos averiguar o meio em que essas pessoas ou os domicílios estão inseridos, o urbano ou rural (IBGE, 2015).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) concebe um sistema com uma base de dados referentes ao setor elétrico brasileiro, sistema este denominado de Sistemas de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL). A agência reguladora abre espaço para inserção de dados dos entes públicos ou privados, para que o sistema possa evoluir e abrigar um conjunto de informações sobre todas as atividades correlacionadas ao setor. Graças a essa abertura de informações, o sistema abrange também dados sobre transmissão, distribuição, hidrografia, biomas e solos do território nacional (ANEEL, 2015). Entre suas atribuições, o sistema permite a visualização cartográfica a respeito das unidades geradoras de energia elétrica, sendo as que estão em operação, ou aquelas em processo de obras ou licitação (Argenta, 2013).

Um dos sistemas mais reconhecidos do setor energético é o Sistema de Informações Geográficas Cadastrais do SIN (SINDAT) do Operador Nacional do Sistema (ONS). Este oferece informações sobre a topologia da rede de operação do ONS. Mapas digitais de forma vetorial indicam o registro das usinas, subestações e as linhas de transmissão que percorrem o país pelo seu nível de tensão e empresa responsável, visualização dos diagramas unifilares das instalações elétricas, além dos relatórios das instalações e de acompanhamento de obras. O reconhecimento deste sistema se dá pelo fato da sua operação em tempo real, que acaba por influenciar na execução do setor elétrico (ONS, 2015).

Outro SIG bem conhecido foi desenvolvido em 2001 pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL) denominado SIG ENERGIS, com o objetivo de armazenamento de dados sobre o potencial de energias renováveis. Contém dados sobre a incidência e intensidade de ventos, assim como a radiação solar. Sua principal aplicação se dá para o

planejamento de energização dos sistemas isolados da região norte do Brasil (Souza et al. 2009).

Há um sistema disponibilizado pela Agência Nacional das Águas (ANA) que oferece os dados hidrológicos do Brasil, seja no nível estadual, municipal, ou mesmo regional. Este sistema é denominado de HidroWeb disponibilizando informações sobre os rios, bacias e sub-bacias do país assim como suas séries históricas. Esta base de informações é de fundamental importância na forma como a energia elétrica é gerada no país, assim, os órgãos responsáveis pelo setor elétrico necessitam e utilizam muito deste conhecimento oferecido pela agência (ANA,2015).

Estes sistemas apresentados retratam a base de dados usufruídos pelo setor elétrico para o seu planejamento, seja da previsão de instalações de geração futuras, assim como as linhas de transmissão, em como realizar operações em tempo real, a situação que o setor se encontra no presente (possibilidade de gerar energia, problemas de transmissão) e realizar previsões para o futuro (andamento de obras e estudos hidrológicos para geração de energia elétrica).

Como existe uma variedade softwares de geoprocessamento, estudos da área energética são elaborados pelas instituições universitárias, e também, pelas entidades que veem algum interesse no setor energético, sendo estes estudos voltados à sua área de atuação. Alguns destes são apresentados abaixo para demonstrar como os dados fornecidos pelas instituições auxiliam as empresas, privadas ou estatais. Ressaltando que estas empresas podem utilizar uma base de dados próprios, não dependendo apenas das informações oferecidas pelos SIGs previamente citados neste trabalho.

A área da distribuição de eletricidade pode ser contemplada com esta tecnologia, um exemplo é o estudo de caso realizado no meio rural da área litorânea de Utinga, nos municípios do Conde e Alhandra na Paraíba. O sistema aprimora o gerenciamento da rede de distribuição elétrica, uma vez que há uma melhor espacialização da área e as estruturas pertencentes à concessionária da região. A empresa utilizou o software gvSIG e com o geoprocessamento foi possível determinar a melhor configuração do seu sistema de distribuição, otimizando assim as suas ações, seja na melhoria do seu atendimento como suas operações e também nos investimentos a serem realizados (Ferreira & Santos, 2010).

As análises que envolvem o geoprocessamento podem atingir também as hidrelétricas. O INPE utilizou desta técnica em num estudo de caso na usina hidrelétrica da Serra da Mesa em Minaçu, Goiás. Seu objetivo era avaliar os parâmetros de alagamento do reservatório desta usina. Utilizaram do software desenvolvido pela própria instituição o SPRING, explorando a

técnica de grade retangular regular para alcançar seus objetivos. Para realização deste estudo, foram cedidos mapas pela empresa FURNAS SA (responsável por esta usina). Estes mapas foram fundamentais para espacialização do trabalho. Essa análise permitiu o acompanhamento do preenchimento de água destas áreas, proporcionando um monitoramento da sua área e volume, determinando os limites do reservatório (Cabral, 1998).

Estudos da viabilidade de instalações eólicas são também realizadas, onde suas potencialidades e seus problemas ambientais são tratados em conjunto. Este tipo de levantamento foi realizado no estado da Bahia, uma parceria entre a empresa SoWitec do Brasil Energias Alternativas Ltda e a Universidade Católica do Salvador (UCSAL) (Copque et al. 2013).

Foram realizadas análises de cunho técnico, econômico e social, identificando os impactos e conflitos socioambientais provocados pela inserção da energia eólica. O software empregado foi o ArcGIS 10.1, com planos de informações sobre relevo, vegetação, hidrografia, velocidade média anual do vento, redes de distribuição e torres de comunicação, comunidades quilombolas e terras indígenas, sítios arqueológicos e cavernas. Dentre seus resultados podem ser visualizados mapas de restrições sócioambientais, sendo as áreas representadas locais em que não podem ser realizados projetos eólicos. Outra vantagem foi o conhecimento da altimetria “ideal” para o aproveitamento eólico (Copque et al. 2013).

Os SIGs são também ferramentas de compreensão das áreas petrolíferas, exemplo disso é que a partir do ano de 1995, a Petrobrás buscou a padronização da estrutura de seus dados georreferenciais. Em sua plataforma virtual, a empresa disponibiliza o GISSEAL (INTRANET), sistema desenvolvido em parceria com a empresa TECGRAF – PUC/RJ. Uma das avaliações desenvolvidas se deu na área de exploração da Bacia Sergipe/Alagoas. O tratamento de dados ocorreu no software Geomedia Pro Versão 5.1 e Geomedia Web Map Versão 5.1. Seus resultados foram a aprovação dos locais de perfuração de poços, redução do tempo gasto pelos empregados, o melhor posicionamento de torres de telecomunicação, a identificação dos locais de perfuração que já ocorrem, proporcionando ao órgão fiscalizador (ANP) a cobrança de pagamentos de Participação Governamental e mapas para concessão de Licenciamento Ambiental (Menezes et al. 2004).

A Escola Politécnica de São Paulo, por meio do Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas (GEPEA –USP), desenvolveu um SIG denominado Sistema de Análise Geo-energética (SAGe). Este sistema propõe a prática do planejamento integrado de recursos energéticos (PIR). Os pesquisadores deste departamento realizaram um estudo de caso no Médio Paranapanema, no estado de São Paulo, onde o

reuniram dados da rede elétrica da região de 11, 40 e 88 kV, suas subestações, usinas hidrelétrica, seus grandes rios, as usinas de cana-de-açúcar e suas rodovias pavimentadas. Estes dados foram trabalhados em conjunto com um software de tomada de decisões para estimar os possíveis cenários energéticos com uma margem de erro aceitável, visualizados em mapa no traçado específico de interesse dos pesquisadores (Uadeta et al., 2004).

Com intuito de inserção das comunidades isoladas no meio dos estudos energéticos, a UnB realizou estudos pelo de caso de Correntina. A iniciativa motivou uma metodologia para identificar do potencial de aplicação da turbina hidrocínética no município. Por meio do software Arc View, foram realizadas interseções de dados para realizar este levantamento. Os dados pertinentes envolviam as comunidades próximas aos rios, não mais distantes de 1 km, mapas de solo, declividade e vegetação do município em conjunto com seus vetores de hidrografia. O resultado desta modelagem foi um mapa demonstrativo das áreas em que a THC poderia ser instalada no município (Barreto, 2004).

4.2. DISCUSSÕES SOBRE OS TIPOS DE MODELAGENS

Com o auxílio do Quadro 4 e o apresentado acima, percebe-se que a grande maioria dos estudos são voltados para o sistema centralizado de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Estas modelagens buscam informações para otimizar ao máximo a exploração dos bens naturais com direcionamento para esta forma de sistema.

As instituições públicas, como ANEEL, IBGE, ANA e CEPEL são empenhadas em reunir informações do próprio sistema em que estão envolvidas. Buscam fortificar a sua estrutura, para que haja uma melhor gestão, tanto para as ações das entidades públicas como privadas.

Há de se observar que as instituições públicas aqui citadas estudam o meio natural com o objetivo de manutenção e exploração. A que estuda as atividades antrópicas (IBGE), somente elucida determinados índices, que por ventura demonstra dados de demanda de energia, mas não busca soluções para o problema da falta de energia.

Há um foco excessivo na estrutura da malha energética do setor urbano, algo que pode ser justificado pelas imensas perdas energéticas que o atual modelo favorece. Este problema alimenta estudos de aperfeiçoamento do setor pelas corporações que se envolvem nestas atividades, buscando a redução destas perdas para obtenção de um melhor aproveitamento energético.

Âmbito	Sistemas de Informação	Dados	Finalidade	Autor (es)
Social.	SIDRA	Pessoas ou domicílios sem energia.	Divulgar a demanda de energia elétrica.	IBGE
Natural.	SIG Energis	Radiação solar e incidência de ventos.	Potencial de geração de energias renováveis.	CEPEL
Natural.	HidroWeb	Hidrografia, vazão, séries históricas, entre outros.	Difundir dados da malha hidrográfica brasileira.	ANA
Econômico.	SIGEL	Transmissão, distribuição e unidades geradoras.	Demonstrar a estrutura do setor energético.	ANEEL
Econômico	gvSIG	Rede elétrica	Compreender melhor a configuração do sistema de distribuição.	(Ferreira & Santos, 2010)
Econômico e Natural.	SPRING	Mapas da UHE Serra da Mesa	Monitorar o volume de água do reservatório e seus limites.	(Cabral, 1998)
Econômico e Natural.	Geomedia Web Map 5.1	Torres de telecomunicação, poços de perfuração, entre outros.	Detectar locais de perfuração e melhorar o posicionamento das torres de comunicação.	(Menezes et al., 2004)
Econômico e Político.	SAGe	Rede elétrica, UHEs, principais rios, usinas de cana de açúcar, e rodovias.	Estimar cenários energéticos da região.	GEPEA – USP / Fonte: (Uadeta et al., 2004)
Econômico, Natural e Social.	Arcgis 10.1	Relevo, vegetação, hidrografia, velocidade do vento, redes de distribuição, torres de comunicação, comunidades quilombolas, terras indígenas, sítios arqueológicos e cavernas	Identificar o potencial eólico, a altimetria ideal para o aproveitamento eólico e os impactos e conflitos socioambientais.	(Copque et al., 2013)
Social, Natural e Econômico.	Arc View	Solo, vegetação, comunidades isoladas, estradas, rede elétrica e hidrografia.	Identificar o potencial hidrocínético de comunidades isoladas.	(Barreto, 2004)

Quadro 4 – Estudos em SIG da área energética.

Os estudos também acompanham as tendências do mercado de energia mundial, por exemplo, são estudadas as potenciais explorações petrolíferas e de hidrelétricas. São financiados por empresas que trabalham com essas atividades, buscando efetivamente potenciais de exploração, assim como seu aperfeiçoamento.

O conhecimento dos cenários – que vão se desenvolvendo ao longo do tempo em consequência das atividades do setor energético – é muito importante para que as instituições saibam se planejar para futuras mudanças. É um artifício político que direciona previamente o mercado de acordo com as necessidades que se apresentam. Verifica-se que esta aprendizagem é também sustentada por cooperações com instituições de educação.

Quando há a intenção de envolver as questões sociais, os estudos são bem escassos, ocorrendo de forma rara. É visto que empresas privadas preocupam-se com algumas das questões sociais, caso do estudo da estimativa do potencial eólico e as consequências que esta tecnologia causaria na região. Mas como visto, a empresa busca de início o retorno financeiro, e as questões sociais são tratadas em segundo plano. Certamente o envolvimento com as questões sociais se dá devido às atuais exigências da sociedade, que vem mudando, e aos poucos procura estabelecer condições de vida justas para todas as comunidades.

Trabalhos em SIG que realmente têm em sua natureza envolver as questões sociais e buscar soluções com o intuito de melhoria dessas populações são muito raros, mas podem ser encontrados. É o caso de (Barreto, 2004) que utiliza da turbina hidrocínética como uma tecnologia social.

É necessário que todos os agentes se envolvam nas questões sociais para que estas tenham significativas mudanças. Apenas trabalhos isolados não solucionam os problemas em grandes níveis, talvez possa solucionar localmente, mas dificilmente atingirá grandes magnitudes. Devido à grandeza do problema, só quando todos os responsáveis pelo prosseguimento do setor se envolverem com a causa, os problemas poderão ser de fato combatidos.

CAPÍTULO V: OS REQUISITOS PARA O EMPREGO DA TURBINA HDROCINÉTICA

Por se tratar de uma tecnologia com finalidade de atingir parcelas mais pobres da população, deve-se tomar cuidado em sua aplicação, pois a inserção indevida acarretaria no aumento da intensidade dos problemas existentes, quiçá na criação de novos. Dessa forma fazem-se necessárias análises de impacto na região de atuação, envolvendo seus diversos âmbitos de execução.

Esses impactos se refletem na viabilidade do projeto, ou seja, se beneficiariam a comunidade contemplada de forma a proporcionar o desenvolvimento econômico da região, a evolução do quadro social (o acesso e melhorias à educação e saúde, por exemplo) ao empoderamento da região de modo político como também o seu meio ambiente.

De modo igual se faz o estudo da sustentabilidade deste projeto nestes mesmos aspectos, sem que esses incrementos ou melhorias afetem negativamente o local, na busca de respeitar a cultura local e sua natureza.

5.1. SUSTENTABILIDADE DA SUA APLICAÇÃO

A complexa situação do cenário mundial, evidenciada por crises econômicas, sociais, políticas, culturais e ambientais em ritmo e dimensões particulares nas diversas províncias do globo originou questionamentos dos paradigmas tradicionais, revelando uma crise da civilização que contesta a racionalidade do modelo social, o processo de manufatura e as bases filosóficas que o sustentam (Marangon, 2004).

Sustentabilidade pode ser entendida como uma convergência à estabilidade, equilíbrio dinâmico e interdependência entre ecossistemas, reutilizando material e energia, sendo o descartável para um ser vivo transformado em alimento para outro. Quanto mais diverso e complexo os ecossistemas, mais estáveis estes o são, devido ao seu equilíbrio dinâmico. Portanto a palavra sustentabilidade se volta às noções de estabilidade e etapas cíclicas (Bennett, 2004).

A concepção da sustentabilidade está conectada à ideia de manutenção e conservação dos recursos naturais. Isso ocorre devido suas origens que eram relacionadas à esfera ambiental. Contudo, as problemáticas ambientais envolvem uma gama enorme de variáveis, devido sua relação com as atividades humanas, desta forma extrapola seu campo de origem e engloba aspectos econômicos, sociais e políticos. O envolvimento dessas esferas em conjunto traz à discussão temas como preservação, saúde, educação, moradia, alimentação, cultura e

assim por diante. Ao integrar esses enfoques, fortifica sua base conceitual, ao perder a vulnerabilidade que teria ao permanecer com foco apenas no meio ambiente (Bennett, 2004).

A busca de equidade social, oportunidades econômicas a todos, participação política ativa da população e a valoração das práticas culturais são reflexos da inserção da sustentabilidade nos assuntos do interesse popular. Essa visão expressa o pensar sob novos valores de cada profissão, cada plano de produtividade, cada ação que é tomada por nós e por aqueles nos cercam. Imergir no paradigma da sustentabilidade é repensar suas ações visando as consequências que este ato causaria no futuro, buscando conhecer como os impactos afetariam todas as particularidades de nossa vivência em grupo (Bennett, 2004).

A sustentabilidade vai à direção contrária do senso comum da percepção do que seria o desenvolvimento, aquele visto apenas de um modo, a perseguição simples e pura da progressão material da sociedade. Desenvolvimento se revela algo maior, o reconhecimento e satisfação das necessidades humanas, sejam materiais ou não, com perspectivas ao bem-estar, com relevância à qualidade de vida e acaba por transcender o ato de simplesmente ter (Bennett, 2004).

Uma comunidade só seguirá os rumos da sustentabilidade se for apto a aperfeiçoar as características em seu *ethos*¹ natural, favorecendo aos seus membros uma vida fértil, saudável e agradável no local onde convivem (Marangon, 2004).

5.1.1. As cinco dimensões da Sustentabilidade

Para que um planejamento adequado da sustentabilidade seja empenhado na linha do desenvolvimento, é fundamental levar em consideração as cinco dimensões que a envolvem (Sachs, 1992).

Em primeiro citamos a Sustentabilidade social, que deve ser entendida como a construção de uma civilização com uma maior equidade entre as pessoas, tanto economicamente como nos bens que possuem, na busca da redução da enorme diferença que existe dos padrões de vida dos ricos e pobres. Para sua concretização, deve ser implantado a visão de um crescimento de uma sociedade considerada boa, e esse crescimento que deve sustentar e contribuir para o processo de desenvolvimento (Sachs, 1992).

Por segundo é apresentada a sustentabilidade econômica, onde esta deve avaliar a sua eficiência de forma mais ampla e não se limitar ao lucro empresarial que tem caráter microeconômico e sim a busca em uma visão macrossocial. Designar e gerenciar os recursos de forma mais eficiente e que haja um fluxo constante de investimentos públicos e privados.

¹ Ethos: Princípios morais que constroem o habitat humano

A evolução da disposição que existe é fundamental, ou seja, a limitação de acesso à ciência e tecnologia, barreiras protecionistas e as trocas desfavoráveis devem ser reformulados (Sachs, 1992).

Como terceira dimensão a Sustentabilidade ecológica é apresentada como o modo de uso dos recursos naturais que se encontram na Terra. Estes recursos devem ser explorados de forma eficiente para que os danos aos sistemas que proporcionam a vida sejam minimizados. Uma das maneiras é a diminuição intensiva dos recursos que se esgotam facilmente sem a recuperação apropriada e causam dano muito grande nos ecossistemas, realocando para aqueles que são o contrário dessa equação, com uma recuperação rápida e menos danosos aos ecossistemas. Aproveitar o conhecimento tecnológico para obtenção de técnicas de uso eficientes dos recursos com baixo impacto para propiciar o desenvolvimento, assim como reformular as instituições para que se voltem à proteção ambiental, com instrumentos legislativos e administrativos adequados para sua execução (Sachs, 1992).

A quarta dimensão se refere à Sustentabilidade espacial, com finalidade de equilibrar o desenho da distribuição territorial como o meio urbano-rural na forma das suas atividades econômicas como o assentamento humano. Para isso a concentração das áreas urbanas deve ser reduzida, a destruição das áreas essenciais para a manutenção da vida afetadas pela urbanização deve ser freada, descentralizar a área industrial em conjunto com a aplicação de novas tecnologias voltadas aos ecossistemas como a utilização da biomassa, a valoração das florestas como produtos com uso de técnicas regenerativas – proporcionando o seu perpetuar ao longo do tempo e reprimir a sua degradação e a inserção dos pequenos agricultores – assim como entender a importância de uma reserva natural para proteção da biodiversidade (Sachs, 1992).

Por fim a dimensão da Sustentabilidade cultural vem com o intuito de resgatar o conhecimento que cada comunidade possui com buscas as suas raízes endógenas, aproveitando-se para o desenvolver de suas tecnologias nos processos de modernização, sendo apropriados especificamente para o local de aplicação, de forma à atender a cultura, área e ecossistema local (Sachs, 1992).

5.1.2. Sustentabilidade através de indicadores

Indicadores são instrumentos utilizados como uma forma de quantificar determinado conceito. Tem forte relação com o verbo indicar, onde procura apontar as diversas possibilidades de caminhos que podem ser trilhados em busca de melhorias. As

funcionalidades dos indicadores podem ser escritas como a sua capacidade de mensurar resultados e o poder de embasar a análise crítica para tomadas de decisão.

Um dos motivos do uso de indicadores que se referem à sustentabilidade, é que esta se reproduz de modo singular em cada fração de espaço na Terra, ou seja, cada comunidade, município, estado, país ou continente transmitem uma resposta diferente para o mesmo problema.

Logo os indicadores existentes não envolvem a real questão numa menor escala, estando suas respostas distantes dessas comunidades. São destacados aqueles que, muitas vezes, são desconhecidos pelos habitantes locais, que podem julgar este indicador não relevante, por ter valores e culturas diferentes do que são esperados pelos órgãos responsáveis. Faz-se então necessário propor indicadores locais, de modo que atinjam de forma eficaz a comunidade, sendo que estas se apropriem desta informação e possam valorar estes dados, para que possam projetar metas como o aumento da qualidade de vida, nos seus diversos âmbitos sociais, econômicos, políticos e ambientais (Bennett, 2004).

A finalidade de detectar e adotar indicadores de sustentabilidade para comunidades de baixo poderio econômico é compreender as necessidades que essas comunidades revelam quanto a sua infraestrutura, como a condição de sua morada, setor educacional, de saúde e todos os fatores que a envolvem, sem instituir uma regra final de indicadores de baixa renda. Onde na verdade, o trabalho deve explorar o contrário a esta afirmação, procurar ser o mais acessível possível aos habitantes locais, para que suas condições sejam respeitadas e tratadas de forma efetiva, procurar tratar a realidade com que convivem, com estes demonstrando as carências que passaram e que passam no momento, e suas ambições futuras (Bennett, 2004).

Em consequência dessas características, os indicadores de sustentabilidade diferenciam-se dos restantes, pois relaciona a sociedade e o habitat em que convivem, em parceria com a sua questão produtiva. O indicador ideal deve ser aquele que adverte sobre os problemas antes destes se agravarem de forma excessiva, esclarecendo o que necessita ser realizado para dissolvê-los. Quando indicadores são utilizados com este propósito em sociedades em crise, são considerados importantes ferramentas de resolução e guiam a um futuro melhor (Marangon, 2004).

Contudo, tal como o assunto da sustentabilidade é contemporâneo, sua quantificação o é ainda mais. A sustentabilidade passou a ser praticada em várias esferas da sociedade sendo representada por índices e indicadores, todavia estes não demonstram a verdadeira realidade de toda a população, já que são dados genéricos e passíveis de imperfeições, pois reúnem um elevado número de informações (Bennett, 2004).

Portanto deve-se ter muita cautela ao incitar verdades absolutas acima de um indicador de sustentabilidade, pois nenhum conjunto destes indicadores é final e definitivo, uma vez que estão em constante evolução ao longo do tempo, em busca de refletir condições, prioridades e aptidões únicas de cada região (Rosa, 2007).

Devemos lembrar que os indicadores, na sua maioria, refletem de forma quantitativa determinado objeto, sendo de responsabilidade do analista a investigação qualitativa deste no contexto da comunidade local. Com isto em mente podemos assinalar alguns indicadores com renome que auxiliam – hoje em dia – a construção de uma sociedade melhor.

De forma a expressar a área social, o índice de desenvolvimento humano (IDH) elaborado por Amartya Sen, compõe em seu desenho estrutural vários aspectos relevantes ao meio social, como a medida de expectativa de vida e a instrução da população, ou seja, a escolaridade e seu padrão de vida (Goldemberg & Luon, 2008).

Vários estudos procuram abordar que existe uma íntima relação do desenvolvimento social com o uso da energia elétrica, reproduzidos entre IDH e a existência de energia elétrica (Barreto, 2004). Essa relação de comparação pode ser visualizada nos mapas desenvolvidos pelo IPEA (2010) em seu Atlas do Desenvolvimento Humano disposto aqui neste trabalho na Figura 15.

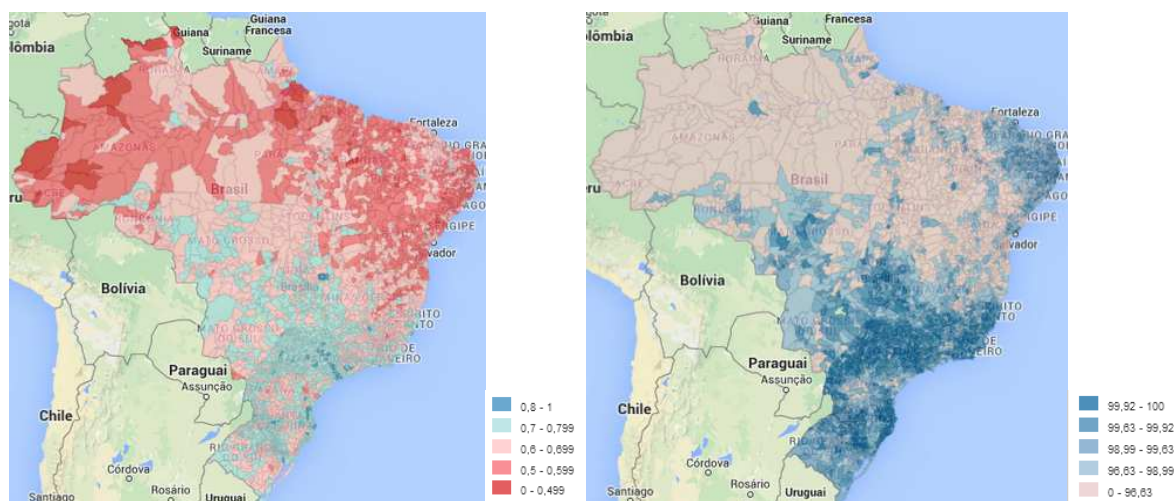


Figura 15 – Comparação entre Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Percentual de domicílios com energia elétrica (2010). Fonte: (PNUD, 2013).

Os indicadores do domínio econômico podem ser atribuídos ao Produto Interno Bruto (PIB) como também a vulnerabilidade à pobreza. O primeiro é o mais reconhecido e propõe representar o desempenho da economia em relação à geração de produtos e serviços do país.

Este índice pode representar também o quanto cada habitante produziu e consumiu por região, este denominado PIB per capita (Goldemberg & Luon, 2008).

O segundo é um índice que busca identificar os indivíduos que não são categorizados como pobres, porém, devido a algum evento particular possam recair na pobreza. Estes eventos podem ocorrer repetidamente e em determinados períodos essas famílias se categorizarem pobres e em outros não pobres, chamados de “pobres transitórios” (Ribas, 2007).

Ambos podem estão devidamente representados na Figura 16 para demonstrar as relações destes indicadores com a temática.

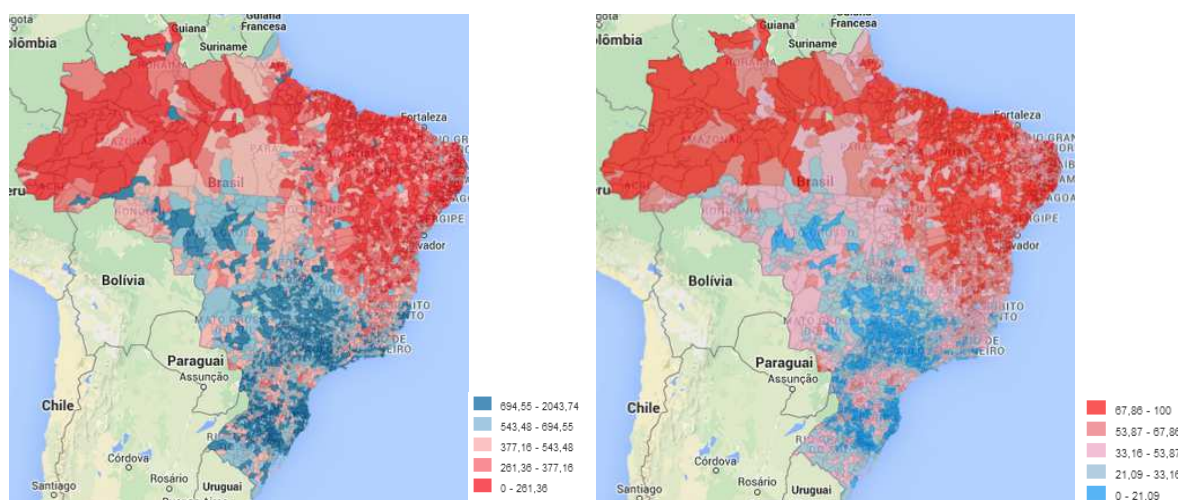


Figura 16 – Comparação entre PIB per capita e Proporção de vulneráveis a pobreza (2010). Fonte: (PNUD, 2013).

O campo ambiental pode ser retratado por indicadores que apontam a densidade da malha hidrográfica, alterações nas áreas florestais e também sobre o uso e tipo de energia. Justifica-se este último por ter o poder de expressar o potencial poluidor de cada energia, podendo ser uma delas a emissão de gases do efeito estufa e o impacto de determinada tecnologia no meio ambiente como um todo (Bennett, 2004).

Uma quantidade excepcional de variáveis ambientais podem ser detectadas como impactantes, onde é possível observá-las no mapa municipal abaixo. Este mapa apresenta os locais de desmatamento, assoreamento e mais.

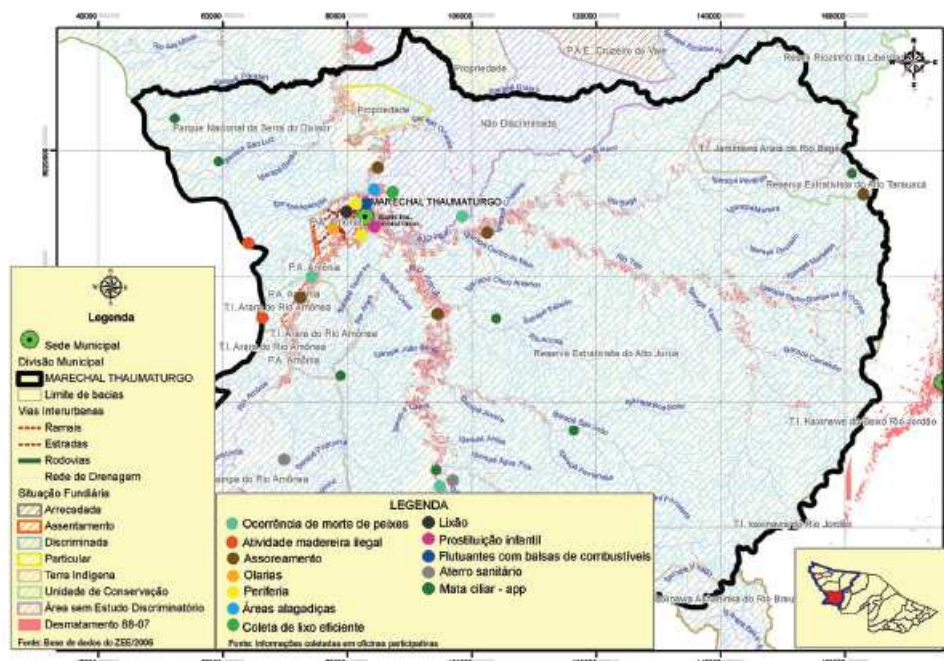


Figura 17 – Impactos Ambientais do município de Marechal Thaumaturgo. Fonte: (MPAC, 2008).

O espaço político pode ser preenchido com as metas da Agenda 21. As metas estabelecidas por este documento são de ordem global, porém, cada país formula suas próprias metas em diferentes níveis (local, estadual, bacias hidrográficas, nacional, entre outros) e esses objetivos vão de encontro com os definidos no âmbito global. Presume-se que haja o estabelecimento da participação dos agentes sociais, visão de futuro e comprometimento com os objetivos da Agenda 21 (Malheiros et al., 2008).

A Agenda 21 brasileira é um documento consequente de um processo participativo e possui um prestígio como um plano de desenvolvimento sustentável nacional, incorporando princípios e compromissos da Agenda 21 Global voltada à realidade brasileira (Malheiros et al., 2008).

Outro plano nacional que deve entrar como um fator impactante é o Programa Luz para Todos, que é voltado à energização das comunidades tratadas neste trabalho.

5.2. VIABILIDADE DA SUA APLICAÇÃO

5.2.1. Social

O estudo da viabilidade social torna-se complexo, pois este campo é muito frágil, onde as diversas variáveis interferem de modos diferentes em cada aglomerado de pessoas, muito por conterem características bem particulares.

Mencionamos aqui a importância de a comunidade possuir uma identidade cultural. Proclama-se identidade cultural os grupos que exigem a presença de uma cultura comum,

como determinar um patrimônio e disseminá-lo, provocando uma reavaliação histórica que não os incluiu, revelando seus antepassados, símbolos e até mesmo na instauração de uma língua (Figueireido & Noronha, 2005).

O anseio deste grupo é o reconhecimento, mas não se trata de uma “necessidade” e sim uma “exigência” para com os representantes que os grupos dialogam. Isto aponta as reivindicações deste grupo na mudança do conjunto de leis em benefício de seus interesses (Figueireido & Noronha, 2005).

Se não há um reconhecimento do Estado-Nação, a simbologia que os descrevem forma uma “comunidade imaginada” definida por sua cultura (Figueireido & Noronha, 2005).

Veremos mais adiante que a presença um agrupamento de seringueiros, castanheiros ou mesmo indígenas eventualmente favorecem e enriquecem a questão da identidade cultural.

Este fator é muito significativo para que a comunidade tenha voz e gerar um empoderamento nas questões sociais, que envolvem os equipamentos sociais básicos. Estes equipamentos básicos são elementos da outra parcela do estudo de viabilidade.

É essencial a compreensão da situação local, por exemplo, como é o serviço de saúde prestado, se há postos de saúde, a existência dos equipamentos que estes estabelecimentos necessitam, como estoque de vacinas. A situação do posto de comunicação, como ocorre, por meio de telefones, aparelhos de computador ou mesmo rádios. E entrando em choque com a questão da identidade cultural, se há uma área destinada à encontros na comunidade.

A demanda de energia elétrica deve também entrar na discussão, pois esta permite a evolução do quadro dos demais bens já citados. Esta demanda pode ser verificada por meio do indicador social mencionado anteriormente.

Uma característica muito importante para a viabilidade de um projeto de tecnologia social é o cooperativismo. Essa particularidade pode se transformar em indicador para mensurar o grau de cooperação entre os membros da comunidade. Um alto grau de cooperativismo nas comunidades é crucial para o êxito da instalação da turbina hidrocínética, se esse grau for baixo pode se constituir em entrave para o uso coletivo da energia gerada pela tecnologia (Els, 2008).

5.2.2. Econômica

Aqui se dá importância à determinação dos custos dos processos da THC. Para que esta máquina seja levada até essas comunidades isoladas deve haver uma logística bem estabelecida de transporte e como são de difícil acesso, a atenção deve ser redobrada. Ter o

conhecimento de onde vêm essas turbinas e todo o percurso, sendo rodovias e mesmo trechos fluviais.

Outro fator é a sua instalação, se haverá a necessidade de construção civil ou uma estrutura de fixação como um braço mecânico. Também a distância para o vilarejo, pois se muito distante, o custo se eleva pois é necessário mais material (fios), mas esse problema pode ser sanado como visto nos estudos de caso da THC, onde as pessoas carregavam as suas baterias para ser recarregadas próximo à turbina.

Como visto o preço de manutenção desta tecnologia é baixo, mas não pode ser menosprezado e assim como a logística de transporte, devem ser realizados estudos de logística de serviço. Normalmente realizam-se palestras para orientar sobre como realizar a manutenção da máquina, mas a logística deve prever os casos em que a manutenção não possa ser realizada pelos integrantes da comunidade.

Não se podem esquecer os custos de fabricação da máquina, e chegamos a um ponto crucial, do financiamento de todo o processo, se partirá da própria comunidade, de empresas privadas, ou do setor público. Este é o entrave econômico que se encontra presente.

5.2.3. Técnica

A viabilidade técnica pode ser verificada no decorrer do desenvolvimento da turbina hidrocínética. Esta mostrou-se muito versátil pois a sua variedade possibilita a tecnologia se adequar ao meio ambiente. Há casos em que esta máquina tem dimensões bem maiores que outras, caso daquelas desenvolvidas no projeto Tucunaré que podem chegar a dez metros de diâmetro. A instalada no rio Amazonas possui três metros de diâmetro, as primeiras desenvolvidas de 1,20 metros a 0,60 metros de diâmetro. Há também aquela micro turbina que chega a quatorze centímetros de diâmetro (Campos, 2015; Brasil et al., 2007).

É uma tecnologia que tem seu aval de aceitação, porém ainda percorre um caminho de desenvolvimento, portanto essa versatilidade e evolução permitem uma viabilidade técnica quase que irrestrita.

5.2.4. Ambiental

Entende-se aqui como viabilidade ambiental, os aspectos naturais que possibilitam a utilização da turbina hidrocínética. Além de alguns pontos óbvios como a presença de um fluxo d'água, outros menos aparentes são aqui discutidos.

A declividade da malha hidrográfica deve ser levada em consideração, pois é uma das características naturais que influencia na velocidade do leito. O estudo de caso Poraquê nos

serve de apoio e é tido como base pelos ótimos resultados, sendo então o limite mínimo de 15% a declividade do terreno (Barreto, 2004).

Como a tecnologia aproveita-se da energia cinética no fluxo de água, a vazão é outra característica relevante. Esta está muito conectada com a profundidade que também deve ser dada atenção. Os limites mínimos irão depender do modelo de THC que será utilizada, visto os numerosos tipos que existem. Se a vazão for muito pequena e o leito profundo, há a possibilidade do uso de THCs da ordem de três metros ou mais, já para profundidades menores, essas grandes turbinas são inviáveis, dando mais espaço às micro turbinas hidrocinética.

A água que se encontra disponível em igarapés, rios e lagos, sofre ciclos de cheia e seca e esses limites devem ser conhecidos para uma estruturação mais precisa da turbina. Regularmente este ciclo acompanha as mudanças climáticas, portanto são sazonais.

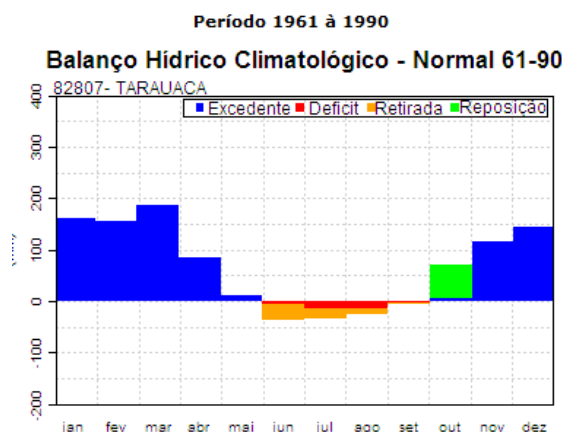


Figura 18 – Balanço histórico hídrico do município de Tarauacá, fronteira com Marechal Thaumaturgo. Fonte:(INMET, 2015).

Os impactos que as turbinas causam podem inviabilizar sua utilização e, portanto devem ter também um peso na questão. Apesar dos impactos ter uma dimensão bem pequena, isso pode afetar a decisão da comunidade de aceitar a tecnologia. Os impactos ocorrem quando da necessidade de obras para viabilizar o uso da turbina e também o impacto visual que esta causa.

5.2.5. Política

Esta questão se faz forte e presente graças à política de energização do país, que busca proporcionar às populações o seu direito de acesso à energia elétrica. Essa política volta-se aos meios rurais isolados que se encontram distante das linhas de transmissão, e também àqueles em que este meio de transporte de energia é inviável.

É necessária então uma avaliação das oportunidades que esta política de energia dispõe, e dados seus entraves, buscar alternativas que tornem possível a sua utilização. A título de exemplo temos que o Programa Luz para Todos buscava a energização dos meios rurais apenas para às pessoas que entrassem em contato com a distribuidora de energia da região, um grande entrave no objetivo do programa. Recentemente o programa busca energizar também as áreas de comunidades isoladas por outras formas além das concessionárias de distribuição, como o caso de tecnologias sociais como as THC's.

Quando a questão política é tratada de forma adequada trabalha em prol da construção da cidadania destas pessoas que vivem fora do alcance das regalias dos centros urbanos.

CAPÍTULO VI: ESTUDO DE CASO – MUNICÍPIO MARECHAL THAUMATURGO

6.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este município situa-se no estado do Acre e tem apenas 15 anos de existência, porém há vilas que existem desde a década de 1900, caso da sede municipal de mesmo nome Marechal Thaumaturgo. Seus limites ocorrem com os municípios de Tarauacá, Jordão e Porto Walter, além da fronteira ao sul com o Peru (MPAC, 2008).

Segundo o Censo 2010 corresponde a uma área de 8191,694 km², com densidade demográfica de 1,74 hab/km², ou seja, uma população de 14227 pessoas. Seu meio rural compreende 10258 habitantes, onde 6768 pessoas (65,98%) não possuem o benefício da energia elétrica. O IDHM do município está na margem limite de muito baixo para baixo, sendo o indicador no valor de 0,501 e a vulnerabilidade à pobreza chega a 82,84% (PNUD, 2013; IBGE, 2014).

A bacia do Juruá envolve dois países, o Peru e o Brasil. Quanto ao lado peruano, envolve o Departamento de Ucayali. Já pelo lado brasileiro, envolve os estados do Acre e Amazonas. O município de Marechal Thaumaturgo está localizado adentro desta bacia e são três sub-bacias classificadas no município: Amônia, Arara e Tejo (MPAC, 2008).

O principal rio da bacia é o Juruá (de mesmo nome) onde sua nascente ocorre no Peru a 453m de altitude, com desague no estado do Amazonas. O rio representa 51,7% do curso d'água da bacia, possui declividade média de 11,7 cm/km e é navegável por um trecho considerável, do município de Cruzeiro do Sul até sua foz, sendo os demais trechos menos favoráveis a essa prática (MPAC, 2008).

Em conformidade com a categorização da drenagem de redes fluviais, a bacia do rio Juruá expressa um sistema de drenagem dendrítico, formada por rotas d'água perenes e intermitentes (Ab'saber, 1985).

A bacia do Juruá possui uma vazão média de 29 L/s/km². Apesar da alta vazão, as fontes de captação de água pelas comunidades localizam-se em igarapés, o que impede aumentos significativos da demanda deste bem (MPAC, 2008).

No principal rio desta bacia, na época de cheia, entre os meses de janeiro a abril, a vazão (do rio Juruá) se dá em torno de 2952m³/s, porém no seu período de seca, que ocorre nos meses de julho a outubro, as vazões mínimas chegam a 61,4 m³/s (MPAC, 2008).

Estes dados demonstram que a disponibilidade hídrica é sazonal e no período de seca a quantidade de água reduz drasticamente, onde a atividade de navegação é bastante afetada, se tornando impossibilitada em trechos de alguns rios nesta época (MPAC, 2008).

6.1.1. A questão cultural: uso e ocupação territorial

Além da vasta malha hidrográfica, o município tem como característica o fato de que 70% do seu território são áreas de Unidades de Conservação (UC), a maior delas a Reserva Extrativista do Alto Juruá (REAJ). Esta foi a primeira a ser reconhecida legalmente no Brasil pelo Decreto 98.863, de 23 de janeiro de 1990 e como as demais UCs, respeitam regras da legislação ambiental, na busca da conservação da natureza e melhoria das populações tradicionais que ali convivem (MPAC, 2008; Rezende, 2010; Almeida, 1993).

Como o próprio nome diz, a reserva é voltada ao extrativismo, mas também pode ser realizada a atividade de agricultura de subsistência. Outro fato importante é que caso haja alguma propriedade privada na área da reserva extrativista, esta é desapropriada, sendo permitida a ocupação apenas às comunidades tradicionais (Neto, 2009).

Esta reserva extrativista é fruto da luta dos seringueiros contra a tirania e injustiça que os envolvia. Para entender melhor a situação, será retratado um pouco da história desta região.

A ocupação da área se deu desde o fim do século XIX até a década de 1990, com a vinda de nordestinos. Esta migração foi motivada pela grande seca que atingia estados da Região Nordeste, em conjunto com a extração do látex, para produção de borracha, uma das principais matérias prima da época. Neste processo cerca de 400.00 famílias mudaram-se para a região que pertenceria ao Acre, sendo 54.000 somente no ano de 1878, período do primeiro ciclo da borracha. (Rezende, 2010; Neto, 2009).

A região era povoada por povos indígenas de diversas tribos, como os Cashinahua, Yaminahua, Amahuaca e outros mais. Os índios da região eram vistos como ameaça à integridade do povo migrante e ao processo de extração, sendo tratados então com violência, estas populações foram quase que totalmente extintas, onde aqueles que não sofreram o genocídio, migraram mais ao sul, próximos às fronteiras brasileiras (Almeida, 1993; Neto, 2009).

Perante o sistema de seringais controlados por *patrões*, os nordestinos agora trabalhavam como seringueiros, com direito à utilizar estradas de seringa no processo de colocação e também os materiais de trabalho e mercadorias no início da extração. Neste modelo, os seringueiros deviam pagar uma renda anual à seus *patrões*, que incluía o preço das estradas, e parte da borracha para pagarem estes débitos iniciais. As dívidas não eram pagas em consequência das ações impostas por estes *patrões* em conjunto com o sistema policial e judiciário local, onde os preços de compra de materiais de trabalho e também de sustento (como o leite em pó e remédios) eram elavados à níveis não condizentes com a realidade, e para piorar, a venda do látex muito abaixo de seu real valor. Não podiam também vender seus

produtos para outros comerciantes, considerado como crime no sistema. Desta maneira os trabalhadores ficavam presos à seus *patrões* durante décadas (Almeida, 1993).

Com a decadência da borracha, os seringueiros passaram a exercer outras atividades além da exploração da borracha, se aproximando dos cursos d'água e dedicando-se às práticas de agricultura, caça e pesca, onde diversificavam seu trabalho para o seu sustento (Almeida, 1993; Neto, 2009).

O mapa de distribuição populacional revela este fato das comunidades do município se desenvolverem principalmente ao longo do rio Juruá e seus principais afluentes (Amônia, Arara, Tejo, Acúria, igarapé São João, Caipora, Breu e Bagé), e também demonstra a existência de áreas indígenas (MPAC, 2008).

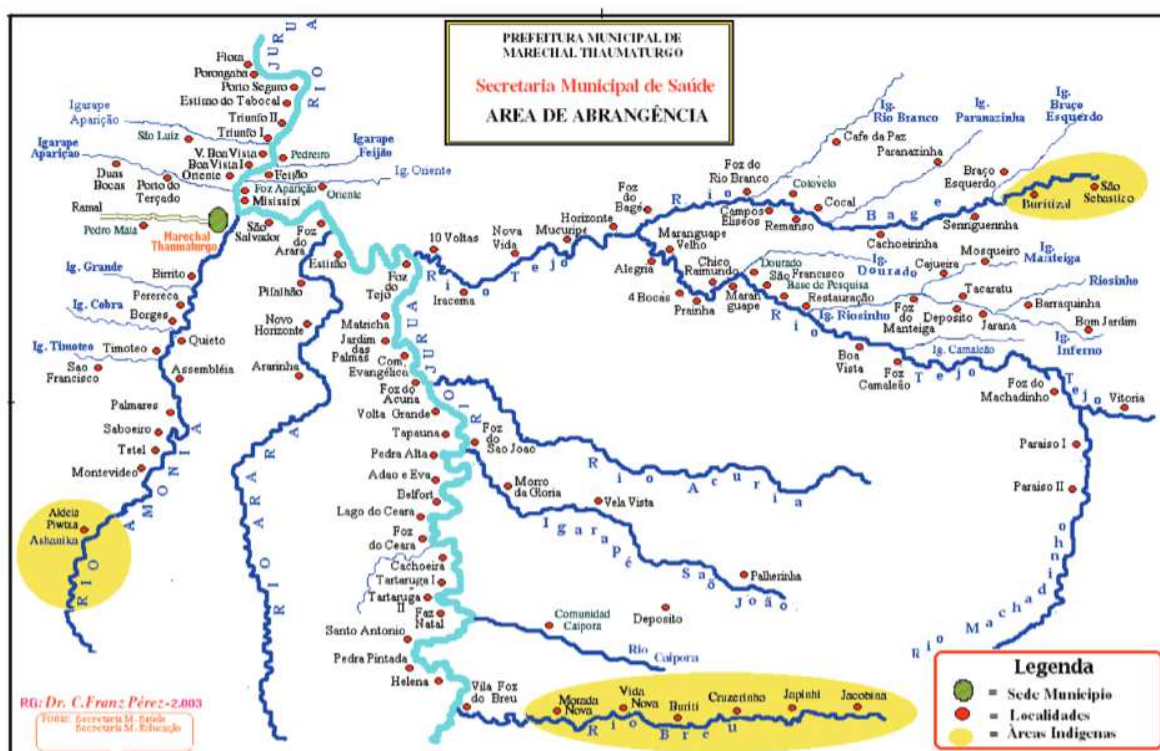


Figura 19 – Mapa de distribuição populacional ao longo dos principais rios e igarapés do município. Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Marechal Thaumaturgo.

O esquema implantado começou a gerar conflitos entre os seringalistas, seus patrões e os representantes governamentais. Os seringalistas desde o início explorados, passaram então a se reunir e discutir formas de livrar-se do modelo e como este não ocorria apenas na região do alto juruá, mas também em outras terras de seringais pelo estado do Acre, os líderes representantes acabaram por fundar em uma reunião em Brasília no ano de 1985 o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS). Este conselho deu força ao movimento que visava o impedimento do fracionamento e revenda de terras dos seringais, arruinando o sistema que prevalecia a mais de 1 século (Almeida, 1993; Neto, 2009).

A REAJ criada por este movimento é uma unidade de conservação de recursos naturais. Entretanto possui um papel importante na institucionalização de direitos de cidadania local, onde as populações tradicionais viviam sob o domínio da autoridade dos *patrões*. Este comportamento visa proteger esta população, devido às ameaças que a área florestal sofre em virtude da exploração madeireira e também da expulsão dos moradores que ali habitam (Almeida, 1993).

A região do Alto Juruá possui uma vasta biodiversidade que chega a ser reconhecida por muitos especialistas como um dos locais mais ricos em biodiversidade do planeta. A extensão territorial do município de Marechal Thaumaturgo chega a ter incríveis 95% da sua área protegida por leis federais em virtude de suas terras indígenas, UC e parque nacional (Pimenta, 2009).

Apesar desse número positivo a população sofre pela falta de incentivos do governo para assegurar uma qualidade de vida aceitável, tanto que possui um dos piores IDHs do Brasil. Atividades na floresta empurram as populações para o meio urbano, como a pecuária e extração ilegal da madeira, o que aumenta ainda mais os problemas do município, a fragilidade dos sistemas de educação e saúde, serviços de saneamento e energia. A carência de opções econômicas, sociais e ambientalmente sustentáveis põe em risco integridade e sobrevivência das populações locais (Pimenta, 2009).

6.2. AQUISIÇÃO, ORGANIZAÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

Para dar início a qualquer estudo deve-se ter em mente uma organização clara e prévia dos procedimentos a serem realizados. É importante visualizar pelo menos três aspectos fundamentais que integram o andamento do projeto: o que se deseja resolver (problema), como resolvê-lo (solução) e as ferramentas que proporcionam o sucesso de execução.

No caso deste trabalho há uma atenção voltada às comunidades isoladas que não possuem – entre muitos outros benefícios – a disponibilidade de energia elétrica, sendo esta a problemática em questão.

Como visto ao longo deste documento, é um problema com variáveis muito diversificadas e envolve muito além do que o serviço e atenção de um único indivíduo ou organização, sendo necessárias várias ações em conjunto com diversos órgãos. Portanto a problemática será contemplada de modo um pouco mais restrito, dando um enfoque a mais para a energia cinética proveniente de um fluxo d'água com intenção de gerar energia elétrica através de turbinas hidrocínética.

Dada esta condição deve-se utilizar as ferramentas adequadas para a solução almejada, sendo estas ferramentas os recursos naturais encontrados próximos as comunidades e devido ao entrave de infraestrutura e logística (número alto de comunidades, demanda de tempo, locomoção) o uso de SIG's para um direcionamento apropriado para a aplicação tecnológica.



Figura 20 – Aspectos do projeto.

A obtenção dos dados se deu a partir de diversas instituições responsáveis por suas áreas de atuação, por exemplo, a ANA responsável por dados hidrológicos, o IBGE por dados estatísticos, MMA por dados de Zoneamentos Ecológicos entre outros mais. O trabalho tem como proposta a avaliação remota de uma área de estudo, por isso as informações devem estar georreferenciadas, para que não haja a necessidade de pesquisa em campo. Essas informações podem ser encontradas em arquivos de imagem na extensão .tiff ou então dados na base shapefile.

6.2.1. Limites municipais

A área de estudo escolhida foi o município de Marechal Thaumaturgo no estado do Acre, local onde se encontra a REAJ. Para esta escolha alguns pontos foram levados em consideração, sendo um dos principais a escala. Este detalhe é de vital importância, uma vez que o resultado final pode não retratar a realidade devido a uma escolha inadequada, distorcendo o objetivo almejado. O que seria esperado então é uma maior aproximação dos dados com a realidade do local de escolha.

Para esta escolha é levado em consideração que o próprio país é separado em escalas diferentes para a aplicação de suas leis, sendo retratado basicamente em três diferentes níveis: União, Estados e Municípios. As informações a cerca do país se relacionam com estes níveis e por este motivo a região com menor escala – a municipal – se mostra mais adequada para

estudo, por expressar elementos mais próximos do real, portanto a escala utilizada nesta pesquisa. A informação georreferenciada pode ser obtida pelo IBGE como os limites estaduais brasileiros, e assim, utilizar do município que tem-se interesse.

Se o analista pretende estudar uma cidade, uma reserva ou mesmo apenas um vilarejo, não há objeções que impedem sua escolha, mas este deve ter em mente que os dados para esta escala podem ser escassos e possivelmente deverão ser realizados estudos bem particulares para levantamento destas informações.

6.2.2. Informações sociais

Como visto o IDH tem uma forte interação com o uso de energia elétrica e por este motivo a Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil foi consultado, assim, as regiões mais propícias de receber maior atenção deste trabalho seriam aquelas de menor IDHM. Isto não quer dizer que as comunidades que porventura se encontrarem em regiões com IDHMs melhores sejam menos relevantes e não possam ser estudadas, mas neste trabalho optou-se por este filtro.

Ainda na Atlas do Desenvolvimento Humano encontram-se informações relevantes à vulnerabilidade a pobreza dos municípios, onde são expostos índices bastante elevados que acabaram por dar uma força ainda maior na escolha desta região.

Para essas duas informações mencionadas, não há uma base de dados georreferenciados disponível para tratamento em outro SIG que não seja o de sua instituição. O Atlas Brasil possui um SIG virtual que demonstra espacialmente as suas informações, portanto estas puderam ser visualizadas em seu sítio.

Mesmo com esta consulta várias foram as áreas que têm perfil similar, e por este motivo, é necessária a obtenção de mais informações sobre aspectos sociais. Dentre as passíveis de escolha, entramos no mérito da problemática sobre a qual se se deseja solucionar, a quantidade de pessoas que não possuem energia elétrica. No caso é disponibilizada pelo IBGE na sua plataforma SIDRA onde esta informação foi coletada para o meio rural, pois são os locais em que as comunidades isoladas se encontram.

As informações adquiridas foram tratadas e emparelhadas no ambiente excel da seguinte maneira. Pode-se resgatar as informações do valor do IDHM de cada município, assim como o percentual da vulnerabilidade a pobreza deste município, e a quantidade de pessoas do meio rural que não possuem o benefício da energia elétrica em suas residências. Não são dados georreferenciados, mas auxiliam na escolha de decisões e aqui passa a

desenhar-se a área a ser estudada, pois estas informações revelam-se bem diferente entre os municípios brasileiros.

Uma das informações georreferenciadas mais importantes deste trabalho é a localização das comunidades isoladas no país. A informação é coletada e disponibilizada pelo IBGE como aglomerados rurais isolados. Estes dados podem ser obtidos em shapefile pelo sítio do Instituto Nacional de Dados Espaciais (INDE) que reúne dados espaciais de diversas instituições brasileiras e as disponibiliza em formato shapefile.

Deve-se levar em consideração todo o estudo bibliográfico realizado na área de estudo, e não apenas estes dados isolados, pois desta maneira, pode-se tomar decisões com um direcionamento mais ajustado, o que diminui as chances de erro na avaliação.

6.2.3. Rede elétrica

Para dar suporte à informação dos aglomerados rurais isolados do país, é indispensável o conhecimento da extensão da rede elétrica que é posta ao alcance destas comunidades, pois é desta forma que se constata que a comunidade carece da energia elétrica. A ANEEL permite a visualização e aquisição desta informação em seu ambiente SIGEL, entretanto percebe-se que as informações não são completas.

Para contornar esse problema, entrou-se em contato com os especialistas do setor elétrico, no caso deste trabalho, com profissionais do MME, e logo sanou-se o problema. Em entrevistas com estes profissionais, foi revelado que as informações não estão atualizadas por questões de segurança nacional, porém poderíamos pedir as informações para cada agente responsável por sua linha de transmissão. Como existem agentes em abundância no setor, os profissionais indicaram regiões em que não há rede alguma e assim pôde-se eleger a área que receberia a atenção do trabalho.

6.2.4. Rede hidrográfica

A tecnologia que se pretende utilizar é totalmente dependente do fluxo de água dos rios, por isso é fundamental o conhecimento da malha hidrográfica da região de estudo. A ANA disponibiliza os dados hidrográficos de todo o país em extensão shapefile pelo seu portal de metadados. Como estes dados representam todo o país, há a possibilidade de sobrecarregar o software e as análises demorarem mais do que o normal, portanto pode-se obter os dados de rios somente para a Bacia Amazônica pelo HidroWeb da ANA na mesma extensão de arquivo.

6.2.5. Imagens satélite

Não basta apenas o conhecimento da existência ou não de rios e de suas extensões, é preciso a compreensão que a vazão e velocidade destes fluxos de água são as variáveis que exercem uma importância maior. Outro fator é que as características dos rios não se conservam durante toda sua extensão. Para descobrir quais rios são potenciais energéticos hidrocinéticos, faz-se então a análise da hipsometria local, ou seja, a avaliação da altitude ao longo do terreno, que comprova um índice de velocidade do leito (Barreto, 2004).

Imagens SRTM são trabalhadas no ArcGis Pro 1.0 para gerar o mapa de declividade. Essas imagens têm origem de radar na Banda de cinza 1 e são provenientes da base de dados do INPE. São arquivos que passaram pelo tratamento de krigagem para obter uma resolução espacial de 30 metros. Foi realizado a reamostragem pelo método de vizinho mais próximo para criação de pirâmides (Barberi et al., 2012).

Essas imagens SRTM de coordenadas geográficas devem ser convertidas para a base UTM, no fuso 18 S, para a criação dos mapas de declividade. Esse procedimento é feito através da troca de projeção pela ferramenta “Raster” escolhendo-se a projeção desejada (Barberi et al., 2012).

Após a realização da nova projeção é feita a análise de modelo digital de elevação (MDE) para criação do mapa de declividade, ainda na ferramenta “Raster”. O modo como a declividade é expressa é em graus de porcentagem (Barberi et al., 2012).

A divisão de classes pode ser efetuada manualmente ao desejo do analista. A base de referência é a classificação de obtenção de Terras do INCRA, que utiliza 7 classes como no Quadro 5 (Barberi et al., 2012).

Classes de Relevo	Classes de declividade (%)
Plano	0 - 2
Suave ondulado	2 – 5
Ondulado	5 – 10
Moderadamente ondulado	10 – 15
Forte ondulado	15 -45
Montanhoso	45- 70
Escarpado	>70

Quadro 5 – Classificação de relevo. Fonte: (Barberi et al., 2012).

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As relações das informações acontecem a partir de interseções, que constroem planos de informações (PI). Dá-se esse nome para os mapas temáticos que transmitem informações que venham a influenciar e ter o poder de se encaixar no resultado final, esses mapas servem

de base na identificação de áreas que se mostram potencialmente apropriadas para instalação de THC (Barreto, 2004).

A criação destes planos se dá por meio do sistema de informação geográfica, que trata de espacializar as informações julgadas como importantes e posteriormente realiza o cruzamento dos mapas gerados, a fim de restringir as áreas que contém os parâmetros determinados pelo analista, de modo que no final se obtenha um mapa com a área onde todos os pré-requisitos sejam atendidos. Os PIs representados por este estudo de caso se encontram na seção dos anexos.

Primeiramente deve-se estruturar uma lista para identificação de características que serão abordados em instituições, em especial o reconhecimento de programas governamentais que apresentam relação com o tema, os aspectos socioeconômicos, caracterização ambiental e demais informações de relevância (Felizola et al. 2007).

Em segundo lugar a espacialização das comunidades e seus dados hidrológicos para conhecimento da rede de drenagem existente na área e seus traços hidrológicos, assim como a demanda por energia próxima aos fluxos de água (Felizola et al. 2007).

A seguir realizar a espacialização dos potenciais hidrocinéticos, identificando locais mais propensos ao uso da tecnologia e os menos propensos (Felizola et al. 2007).

6.3.1. Aspectos físicos

6.3.1.1. Área de estudo

O plano de informação aqui realizado empenha-se em situar o analista nos limites da área que irá desenvolver seus estudos. Para isso basta adicionar os dados de limites municipais obtidos no INDE, e procurar manipular o mapa para que mostre apenas a área de desejo, seja por meio da ferramenta zoom (uma visão aproximada na área de estudo) ou selecionar (em propriedades dos dados) como visível apenas o município em questão (Vide Anexo 1).

O mapa criado permite a verificar que grande parte deste município é composto por áreas de preservação ambiental, por meio da identificação da extensão da REAJ e também as áreas de terras indígenas.

6.3.1.2. Malha hidrográfica

Estes dados de hidrografia são construídos e disponibilizados pela ANA, ou na escala nacional, ou por bacia hidrográfica. Por ser um arquivo de menor espaço, optou-se adquirir os

dados da bacia do Amazonas, que contém a malha hidrográfica da região que está em estudo, na escala de 1:1.000.000.

De fundamental importância descreve visualmente a distribuição e a extensão dos rios e igarapés que abrangem o município e comprova também a riqueza da biodiversidade regional. Essas são as informações que dirão espacialmente os locais que efetivamente as turbinas hidrocinética têm a possibilidade de serem instaladas (Vide Anexo 2).

6.3.1.3. Espacialização das comunidades isoladas

A finalidade deste PI é atribuir uma informação visual de onde estão localizadas e quantas são as comunidades isoladas no município, segundo os dados de informação dos limites municipais fornecidos pelo INPE, espacialização pelo IBGE e a secretaria municipal de saúde de Marechal Thaumaturgo.

Foi realizado então o georreferenciamento manual destas comunidades, por intermédio dos dados fornecidos no mapa de distribuição populacional do município (Figura 19). A ferramenta utilizada para este procedimento foi a ferramenta de edição do Arc Gis Pro 1.0, onde pontos foram criados no arquivo de espacialização (aglomerados rurais isolados) disponibilizados pelo IBGE.

Este Plano de Informação serve de base dentro da metodologia proposta, pois a área só poderá ter algum potencial se houver algum aglomerado isolado, que determina sua demanda por energia. Este plano permite também a visualização da distância das comunidades entre si e também para seus rios mais próximos, quando com o cruzamento dos dados de hidrografia da ANA (Vide Anexo 3).

6.3.1.4. Buffer dos dados hidrográficos

Este Plano de Informação tem como objetivo ampliar a área de atuação dos rios nas comunidades, por meio da ferramenta *buffer*. A finalidade deste método é otimizar a futura instalação das turbinas hidrocinética.

Foi determinada uma distância de 1500 metros, pois houve um cuidado voltado para o custo que o transporte de energia gerada poderia acarretar, seja por meio de cabos ou outros artificios. Deve-se levar em conta também a relação da distância das comunidades com a instalação da THC, fator que limita este espaço, por isso é considerado também o erro associado da distância dessas comunidades, devido ao seu georreferenciamento manual (Vide Anexo 4).

6.3.1.5. Comunidades potenciais a partir do buffer

Neste PI há a interseção dos dois planos anteriores, sobre a espacialização das comunidades isoladas e o *buffer* dos dados hidrológicos. Aqui são expostas as comunidades

que se encontram na distância fixada pelo *buffer* de um quilômetro e meio do rio mais próximo, que exclui aquelas que provavelmente poderiam ter problemas pela distância da instalação da turbina, selecionando, portanto aquelas com um potencial otimizado economicamente, pois quanto menor esta distância para a malha hidrográfica, menores são os custos com a instalação da turbina (Vide Anexo 5).

Para projetos que envolvem o uso de THC esta distância de 1,5 km não é necessariamente fixa, podendo ser até maior, porém em virtude da metodologia utilizada por (Felizola et al. 2007) essa distância foi escolhida para este estudo.

6.3.1.6. Declividade do terreno

A importância desta informação se mostra na relação de elevação do terreno com a hidrografia, revelando velocidades de rios que podem ser interessantes, provenientes deste vínculo. A declividade não é o fator determinante para definir velocidades de leitos, mas de contribui de maneira significativa.

O PI revela em escala de cores o percentual de declividade do terreno em faixas de porcentagens e estas faixas estão de acordo com a adoção de classes de relevo do INCRA. A faixa que nos importa é a partir do tom alaranjado ao vermelho, que representam terrenos de forte ondulação com valores superiores a 15% (Vide Anexo 6). Este é o limite que se determinou, em consequência do estudo de caso Poraquê, para uma boa velocidade do curso de água que viabiliza a instalação da turbina (Barreto, 2004).

6.3.1.7. Características físicas

Este plano de informação tem por objetivo investigar as comunidades que têm as características adequadas para serem contempladas com as THCs, a partir do conjunto de todas as informações já investigadas, seja a população próxima aos rios, seja a declividade mínima de 15% (vide Anexo 7). Para criar este mapa basta sobrepor os dados dos mapas anteriores.

6.3.2. Aspectos técnicos

6.3.2.1. Escolha do equipamento a ser instalado

Aqui se mostram definidos os tipos de turbinas hidrocínética que devem ser instaladas em cada região. Dois tipos foram estabelecidos adequados pelas características sazonais da Bacia hidrográfica e pela declividade do terreno (mínimo de 15%) próxima às comunidades, as turbinas com rotor de 2 metros de diâmetro e micro THCs, com rotor de 0,5 metros de diâmetro (Vide Anexo 8).

Os rios da região mostram-se muito volumosos, basta observar a vazão máxima do rio Juruá da ordem 2952m³/s. Ultimamente tem sido normal a inundação de algumas áreas pelo grande volume de água, porém mesmo com o perfil de intermitência, no período de seca, os rios abaixam significativamente seus níveis de água, sendo que são encontradas dificuldades de navegação até no rio Juruá (MPAC, 2008). Portanto para os igarapés são considerados níveis muito baixo de água, o que impossibilitaria o uso de grandes turbinas nos períodos de seca, acarretando na escolha das micro THCs.

Para os principais rios do município (Juruá, Amônia, Tejó, Arara e Bage) haveria a possibilidade de instalação de turbinas com proporções de três metros ou mesmo as de cinco a dez metros que estão sendo construídas no projeto Tucunaré, porém como nos igarapés, no período de seca estas turbinas estariam inviabilizadas de funcionar, pois a profundidade atinge níveis de 2,5 metros nesta época. Mas como o volume desses leitos é maior que nos igarapés, além das micro THCs seria possível também a instalação de turbinas com rotor de 2 metros de diâmetro e possivelmente um pouco maiores, dependendo do assoreamento do rio próximo à comunidade.

6.3.2.2. Potencial energético hidrocínético

De forma geral a energia que pode ser gerada por uma turbina hidrocínética a partir de um fluxo de água se dá por meio da seguinte expressão (Cruz, 2000):

$$P_{HC} = 0,5 \times C_{p,max} \times A_f \times v^3 \quad [1]$$

A identificação precisa de todas essas variáveis é muito difícil, pois há a necessidade de postos que colem informações de cada local de instalação da máquina. Como não existem estes postos, algumas técnicas são então adotadas, caso que limita esse estudo para fora da abrangência dos igarapés, e estudar apenas o rio Juruá e seus principais afluentes. Isso ocorre, pois há apenas dois postos de coleta de informações no município (estações fluviométricas), e se referem apenas às vazões e profundidade do rio Juruá nestes dois pontos.

É importante recapitular que o perfil hidrológico da região sofre alterações nos períodos de cheia e de seca, então é realizada uma distinção dos dados nestes períodos. Como há uma base de dados de 30 anos destas estações fluviométricas (disponibilizados pela ANA), as médias dessas variáveis ao longo de todo este tempo são adotadas para todo o percurso dos rios, nos períodos de seca e cheia. São identificados então vazão e profundidade.

Para verificar a área que poderá ser aproveitada pela THC (A_f) é relevante o conhecimento da profundidade e da largura de cada localidade. A profundidade já é conhecida pelo tratamento anterior, agora no caso da largura do rio em cada comunidade, deve-se

utilizar das imagens disposta pelo INPE e utilizar da ferramenta de medição de distâncias nos pontos de interesse, que são identificados no PI de características físicas (Anexo 7).

Após a identificação da largura de cada comunidade é possível identificar então a área dos rios e a partir disto é possível também identificar a velocidade do rio nestes locais. Todos os procedimentos já realizados permitem a identificação das variáveis que constituem a expressão, possibilitando então o reconhecimento do quanto de energia elétrica poderá ser gerada em cada comunidade.

Nome	Potencial energético na seca (kW)	Potencial energético na cheia (kW)
Foz do Machadinho	11,99	23,54
10 voltas	10,67	20,95
Morada Nova	6,20	12,17
Porto Seguro	4,88	9,58
Palmares	4,88	9,58
Cruzerinho	4,88	9,58
Nova Vida	4,88	9,58
Belfort	4,47	8,79
Assembléia	4,11	8,07
Faz Natal	3,23	6,35
Flora	1,97	3,87
Foz do Tejo	1,97	3,87
Tartaruga II	1,97	3,87
Vila Foz do Breu	1,97	3,87
Estirao do Tabocal	1,85	3,63
Santo Antonio	1,85	3,63
Prainha	1,53	3,01
Paraíso II	1,41	2,77
Feijão	1,36	2,68
Aldeia Piwixa	1,36	2,68
Porongaba	0,89	1,74
Jacobina	0,61	1,20
Foz do Acuria	0,36	0,71
Quieto	0,30	0,59
Timoteo	0,25	0,48
Triunfo II	0,22	0,43
Triunfo I	0,22	0,43
Adao e Eva	0,20	0,40
Borges	0,18	0,35
Boa Vista I	0,15	0,29
Jardim das Palmas	0,10	0,19
Com. Evangélica	0,10	0,19
Foz do Arara	0,05	0,11
Oriente	0,04	0,08

Quadro 6 – Potencial energético hidrocinético das comunidades potenciais de Marechal Thaumaturgo.

A localização desta comunidades com seus respectivos nomes está explicitada no mapa da Figura 19.

6.3.3. Aspectos sociais

As particularidades que se encontram no âmbito social se referem à finalidade da energia gerada, em quais atividades efetivamente se beneficiarão e utilizarão desta energia. Aqui se contemplam três: educação, saúde e a possibilidade do uso para aumento do poderio econômico.

Para a educação infelizmente não há dados espacializados da existência de escolas nesta região, diferentemente de outras do país, por exemplo, o Estado do Goiás. A existência de escolas garante o intermédio do governo federal, o que poderia culminar na promoção da turbina hidrocínética, talvez até por meio de financiamento. A tribo indígena Ashaninka criou a Escola *Yorenka Ætame* nas proximidades do rio Amônia, fato que comprova a existência de instituições educacionais no município que se beneficiariam com o uso da energia elétrica. Mesmo que essas instituições educacionais sejam mínimas em questões quantitativas, a presença de energia elétrica teria o poder de promover o aumento do número e da qualidade das escolas.

Outra área que é contemplada com o benefício da energia é o campo da saúde. Como as informações de educação, os da saúde também não são georreferenciados, porém o Sistema único de Saúde (SUS) afirma a existência de quatro unidades de saúde (uma unidade mista de atendimento 24 horas e três Centros de Saúde Básica). A equipe médica do município é composta por quatro médicos (três médicos de família e um clínico geral), quatro cirurgiões dentistas, oito enfermeiros e dezessete auxiliares de enfermagem, totalizando vinte e nove profissionais.

A energia gerada pela turbina poderia assim como para a educação, alavancar o desenvolvimento do setor de saúde, aumentando seu campo de atuação (atingindo mais pessoas) e com poder de fomentar o uso de tecnologias antes inviáveis, por exemplo, estoque de vacinas caso não haja energia elétrica no local.

Na região há um grande potencial agroflorestal em razão dos Luvissolos que a compões. A extração de murmuru possui um potencial econômico na pluralidade dos processos produtivos das populações extrativistas. O óleo extraído da semente deste fruto é utilizado para produção de sabonetes. No ano de 2003, 400 famílias extraíram 722 toneladas do fruto, sendo que o preço de venda do quilo é da ordem de R\$ 0,50. Há também registros de copaíba na região, um processo produtivo em conjunto com o conhecimento das populações

tradicionais e a prática do desenvolvimento sustentável poderiam promover um manejo e produção adequada deste fruto. Com essas práticas a região seria capaz de ampliar a sua economia (SEMA, 2006).

De nada adiantaria todos os incentivos citados aqui se não há uma cooperação das populações. Mas como visto na luta dos seringueiros, criação do CNS, áreas de preservação e pelo sentimento de comunidade como nas suas atitudes de acolhimento de vizinhos no caso das enchentes em 2008 (Venturato, 2013), percebe-se um grau de cooperativismo muito elevado nesta região, o que possibilita o uso da turbina hidrocínética como tecnologia social.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do processo histórico que a humanidade trilhou, foi-se adotado um sistema que beneficia aqueles que se encontram em pólos de infraestrutura e economia ativa. Felizmente, há aqueles indivíduos e instituições que procuram – de algum modo – dar àqueles omitidos os benefícios que a humanidade conseguiu alcançar. Procuram também mudar – mesmo que um pouco – esse curso de exclusão que se mostra cada vez mais evidente. A imposição tecnológica volta hoje a ser debatida e procura-se um respeito maior às atividades exercidas por esses povos.

Graças a essa “solidariedade” (ou mesmo humanidade), tecnologias que visam a inclusão social são hoje estudadas, desenvolvidas e fabricadas. A turbina hidrocínética vem como uma alternativa potencial a essas pessoas, pois não impacta negativamente na estrutura do ambiente natural que vivem. Traz de quebra, uma nova visão de políticas voltadas aos serviços prestados neste ramo, que antes se pensava ser possível apenas por um caminho, da conexão por rede de distribuição.

Com um planejamento voltado à população, foi possível então a adoção de novas técnicas, como o caso dos Sistemas de Informações Geográficas, que proporcionam um estudo mais completo do que os anteriormente realizados, por considerar aspectos que anteriormente não eram ponderados. Esta técnica permite então um planejamento socialmente e ambientalmente mais adequado para implementação futura de equipamento de geração elétrica.

O equipamento proposto a ser utilizado (Turbina Hidrocínética), mostra-se promissor para comunidades isoladas, pois beneficia populações com potencial energético provindo dos rios, sem prejudicar o locus social e ambiental. É verificado também nesta última geração desenvolvida pela UnB, que sua aplicação pode ocorrer em praticamente todos tipos de cursos de água devido ao seu tamanho e acaba por obter um ótimo resultado para velocidades baixas e altas (próximas a 5m/s), observando que sua eficiência máxima está em torno de 3m/s. Desta forma amplia de forma significativa seu universo de aproveitamento a diversos rios que cruzam o nosso país, propiciando assim, sua aplicação como tecnologia social.

A tecnologia hidrocínética tem a vantagem de ser versátil, em consequência da sua multiplicidade de dimensões e construções. Dependendo do local de instalação, pode se adequar às características do rio, na busca da melhor eficiência na transformação da energia disposta no leito. Assim turbinas com quatorze centímetros até dez metros de diâmetro podem ser constuídas.

A utilização de SIGs para a área energética caminha de forma paralela ao sistema centralizado e urbanizado (de preferência os economicamente atrativo), com lacunas quanto aos problemas sociais em consequência desta visão. Até existem estudos que consideram os impactos socioambientais causados pelo uso da tecnologia de geração de energia elétrica, mas insuficientes quando voltados às carências das populações, principalmente as excluídas energeticamente.

Para integrar essas populações no âmbito energético, é indispensável então o uso de tecnologias sociais. O propósito pretendido por essa prática é a imersão das comunidades como um todo, ou seja, as pessoas que ali residem tenham domínio da tecnologia, conduzindo para uma prática sustentável e almejando sua indenpendência.

As duas práticas em conjunto (SIG e tecnologia social) contribuem significativamente para o desenvolvimento das comunidades isoladas. É possível identificar visualmente (de modo expressivo) as carências das populações e os mecanismos que podem ser adotados para solução, pois há uma melhor compreensão das características que rodeiam as comunidades (nos mais diversos campos, natural, social, econômico e político).

Outras vantagens deste proceder são a redução de custos com o levantamento de informações (que podem solicitar atividades de reconhecimento em campo) e a compactação do tempo nas tomadas de decisões, otimizando assim o processo de energização.

Antes de adotar essas práticas é fundamental o entendimento do que se trata realmente a sustentabilidade e as formas de alcançá-la. É uma terminologia que possui qualidades e funções que variam de acordo com as características locais, e portanto não há uma solução que se apresenta como definitiva para todo e qualquer local e população. A maneira que é adotada para buscar a melhor solução na direção da sustentabilidade de forma quantitativa é a criação de indicadores, que propõem-se em direcionar as ações para alcançar as metas.

Com este arcabouço informacional foi possível a realização da modelagem de modo a evitar que nenhum aspecto escapasse das análises, englobando as esferas de ação que se envolvem no assunto.

A modelagem deu origem à mapas temáticos que instruem no reconhecimento de características locais que contribuem para o desfecho da energização da região. Foi possível a identificação espacial das comunidades, assim como o recurso natural que está a disposição. Por intermédio das informações detectadas do local, como sua história, cultura, ocupação territorial e práticas de sustento tornou-se possível caracterizar socialmente as comunidades do município.

Os procedimentos adotados na modelagem revelaram então as condições físicas modelo para uso da tecnologia de turbinas hidrocínéticas, as condições técnicas para instalação destas turbinas (diferentes modelos em diferentes áreas) e que as populações desta região têm a cooperação necessária para que seja possível a prática do uso da tecnologia.

Deste modo a metodologia proposta empenhou-se em detectar as áreas em que houvesse um potencial acentuado a partir dos dados secundários, isto é, existe a certeza de potencial hidrocínético em todas as regiões apontadas no plano de informação final. Mas isto não impede que áreas em que as comunidades isoladas que não foram contempladas no mapa final, não tenham um potencial para uso da tecnologia hidrocínética.

Assim a metodologia mostra-se válida como ferramenta de planejamento, com intenção de otimizar o processo de energização de comunidades isoladas no contexto do uso de tecnologias sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'saber, A. N. (1985). Geomorfologia e paleoclimas da Amazônia brasileira. São Paulo, Brasil.
- Almeida, M. W. (Agosto de 1993). A criação da Reserva Extrativista do Alto Juruá: Conflitos e Alternativas para Conservação. *Terceira Versão*. Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Antropologia.
- ANA, A. N. (s.d.). *HidroWeb*. Acesso em 19 de Abril de 2015, disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/>
- ANEEL, A. N. (s.d.). *Informações Técnicas*. Acesso em 19 de Abril de 2015, disponível em SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=780>
- Argenta, T. L. (2013). Afundamentos de tensão provenientes de faltas no sistema elétrico de potência: um estudo de caso. Porto Alegre: Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Aronoff, S. (1989). *Geographical Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDI Publications.
- Barberi, A.; Santos, H. G.; Oliveira, I. E. A.; Gomes, M. F. Elaboração de Mapas Temáticos no Quantum GIS. INCRA, v. 5.
- Barreto, R. (2004). Metodologia com emprego de SIG para identificação de micro regiões com potencial para geração de energia elétrica com turbinas hidrocinéticas. Brasília: Departamento de Geografia - Instituto de Ciências Humanas - Universidade de Brasília.
- Baumgarten, M. (2006). Tecnologias sociais e inovação social.
- Bava, S. C. (2004). Fundação Banco do Brasil, Tecnologia Social e desenvolvimento local.
- Bennett, P. d. (Outubro de 2004). Indicadores de sustentabilidade em habitação popular: construção e validação de um instrumento de medição da realidade local de comunidades de baixa renda. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia.
- BIT, B. d. (2014). *Sobre o Banco de informações e mapas de transporte*. Acesso em 6 de Novembro de 2014, disponível em Site do Ministério dos Transportes: <http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/sig.html>
- Brasil, Antônio. C. P. Júnior; Els, Rudi Van; Salomon, Lucio R. B.; Oliveira, Thiago; Rodrigues, Anna Paula; Ferreira, Wandyr O. (2007). Turbina hidrocinética geração 3.
- Burrough, P. A. (1986). *Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford University Press.
- Cabral, Wilson; Júnior, Sousa. Geoprocessamento aplicado à determinação de parâmetros de alagamento do reservatório da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás.
- Malheiros, T. F., Jr., A. P., & Coutinho, S. M. (2008). Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. São Paulo.
- Campos, C. O. (8 de Maio de 2015). Desenvolvimento técnico da turbina hidrocinética. Entrevista concedida a Victor Augusto Freitas de Oliveira.
- Cartaxo, E. F. (2000). Fornecimento de serviço de energia elétrica para comunidades isoladasda amazônia: um estudo de caso.
- Copque, A. C., Negrão, J. R., & Ribeiro, V. R. (13-18 de Abril de 2013). Uso do Geoprocessamento em Estudos de Viabilidade de Projetos de Parques Eólicos da Bahia. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR*. Foz do Iguaçu, PR: INPE.
- Cowen, D. J. (1988). GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. 54:1551-4. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*.

- Cruz, R. W. (2000). Geração de eletricidade com turbina hidrocínética na Amazônia: o caso da comunidade de São Sebastião.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL.
- Cruz, R. W. (2005). Micro-geração de eletricidade em pequenas comunidades isoladas da Amazônia com grupos-geradores hidrocínéticos e grupo dieselétrico. *PCH Notícias SHP News*, pp. 11-13.
- Dagnino, R. (2004). A tecnologia social e seus desafios.
- Eletronorte, E. (22 de Junho de 2008). *Sobre a Empresa: Eletrobras Eletronorte*. Acesso em 6 de Novembro de 2014, disponível em Eletrobras Eletronorte: http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/modulos/noticia/noticia_0167.html?uri=/modulos/home_noticias.html
- Eletronorte, Eletrobras. (2014). I Seminário sobre parques hidroelétricos hidrocínéticos fluviais.
- Els, R. H. (Março de 2008). Sustentabilidade de projetos de implementação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazônia: casos no Suriname e Amapá.
- Estatística, I. B. (s.d.). *SIDRA*. Acesso em 19 de Abril de 2015, disponível em Workshop de ferramentas digitais: <http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/workshop/sidra.shtm>
- Felizola, E. R., Marocollo, J. F., & Fonseca, M. R. (2007). Identificação de áreas potenciais para implantação de turbina hidrocínética através da utilização de técnicas de geoprocessamento.
- Ferreira, H. M., & Santos, M. A. (Julho de 2010). SIG Aplicado a gerência de rede de distribuição elétrica rural da área litorânea de Utinga, localizada nos municípios do Conde e Alhandra - PB. *III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*. Recife, PE.
- Figueireido, E., & Noronha, J. M. (2005). Identidade nacional e identidade cultural. *Conceitos da Literatura*, 189-205. Juiz de Fora: UFJF.
- Frate, C. A., & Junior, A. C. (2013). Tecnologias hidrocínética e de gaseificação: requisitos de hibridismo e aplicação em comunidades amazônicas remotas.
- Frota, W. M. (2004). Sistemas isolados de energia elétrica na Amazônia no novo contexto do setor elétrico brasileiro.
- Gomes, J. M., & Velho, L. (1995). *Computação Visual: Imagens*. Rio: SBM.
- IBGE, I. B. (s.d.). Acesso em 18 de Abril de 2015, disponível em Sistema IBGE de Recuperação Automática: www.sidra.ibge.gov.br
- IBGE, I. B. (2014). *IBGE Cidades@*. Acesso em 01 de 06 de 2015, disponível em www.cidades.ibge.gov.br
- INPE, I. N. (2001). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos, SP.
- ITS. (2004). Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. *Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento*.
- MARANGON, Maristela; Presznuk, Rosélis; Sordi, Raquel Franco; Agudelo, Libia Patricia Peralta. Indicadores de sustentabilidade como instrumento para avaliação de comunidades em crise: aplicação à comunidade de Serra Negra. **Revista Educação & Tecnologia**, n. 8, 2004.
- Menezes, A. R., Oliveira, J. E., & Medeiros, S. L. (10-12 de Novembro de 2004). GIS na Petrobrás Sergipe/Alagoas: Potencializando benefícios com redução de custos na exploração e exportação de petróleo. *Anais - II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. Aracaju, SE.
- Miki, A. J. (2003). O planejamento energético integrado para as comunidades isoladas no estado do Amazonas. *Os desafios da internacionalização na UNIMEP*.

- MME, M. d. (2014). *Sobre o Programa Luz para Todos*. Acesso em 7 de Novembro de 2014, disponível em Site do MME:
https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp
- MPAC, M. P. (28 de Agosto de 2008). Caracterização Socioambiental das Bacias Hidrográficas do Estado do Acre.
- Neto, G. A. (2009). Vale do Juruá, Acre - Brasil. Centro Universitário de Brasília - UniCeub.
- Novaes, H. T., Dagnino, R., & Brandão, F. C. (2004). Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social.
- Oliveira, A. d., Souza, J. d., & Silva, E. C. (Setembro de 2014). A educação do conhecimento: turbina hidrocínética conceitual.
- Oliveira, T. F. (27 de Março de 2015). A nova visão dos projetos de turbinas hidrocínéticas. Entrevista concedida a Victor Augusto Freitas de Oliveira.
- ONS, O. N. (s.d.). *Dados Técnicos - SINDAT*. Acesso em 19 de Abril de 2015, disponível em http://www.ons.org.br/conheca_sistema/dados_tecnicos.aspx
- Pimenta, J. (2009). O caminho da sustentabilidade entre os Ashaninka do rio Amônia - Alto Juruá (AC). *Povos Indígenas*.
- PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2013). Acesso em 18 de Abril de 2015, disponível em Atlas Brasil: www.atlasbrasil.org.br
- Rezende, R. S. (4 a 7 de Outubro de 2010). Problemas da Urbanização e Gestão Territorial na Reserva Extrativista do Alto Juruá, Acre. *V Encontro Nacional Anppas*. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Ribas, R. P. (Agosto de 2007). Vulnerabilidade à pobreza no Brasil: medindo risco e condicionalidade a partir da função de consumo das famílias. *Pesquisa e planejamento econômico*, 37(n.2).
- Rodrigues, A. P. (2007). Parametrização e simulação numérica da turbina hidrocínética - otimização via algoritmos genéticos.
- Rodrigues, I., & Barbieri, J. C. (2008). A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. pp. 1069-94.
- Rosa, V. H. (Abril de 2007). Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável.
- Rosário, L. T., Els, R. V., & Júnior, A. C. (2005). Alternativas energéticas para comunidades isoladas da amazônia: a energia hidrocínética no Maracá, sul do Amapá.
- Sachs, I. (1992). Transition Strategies for the 21st. century. *Nature and Resources*, 28(1). (I. Vajda, Trad.) UNESCO.
- SEMA, S. d. (2006). Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. Rio Branco, Acre.
- Silva, M. V., & Bermann, C. (2002). O planejamento energético como ferramenta de auxílios às tomadas de decisão sobre oferta de energia na zona rural. Campinas.
- Smith, T., Peuquet, D., Menon, S., & P. Agarwal. (1987). KBGIS-II, a Knowledge-Based Geographical Information System. *1, 2*, 149-172. International Journal of Geographical Information Systems.
- Sousa, A. J. (23 de Março de 2015). A história da turbina hidrocínética. Entrevista concedida a Victor Augusto Freitas de Oliveira.
- Souza, F. M., Oliveira, T. F., & Júnior, A. C. (2006). Estudo experimental de um modelo reduzido de turbina hidrocínética.
- Souza, J. d., Barreto, R., Campos, C. d., & Els, R. H. (2010). O uso de SIG para identificação de potencial hidráulico do distrito federal, visando a geração de energia elétrica.
- Souza, J. d., Els, R. H., Júnior, A. C., & Diniz, J. D. (Agosto de 2009). Energia e sustentabilidade no distrito florestal sustentável da BR-163.

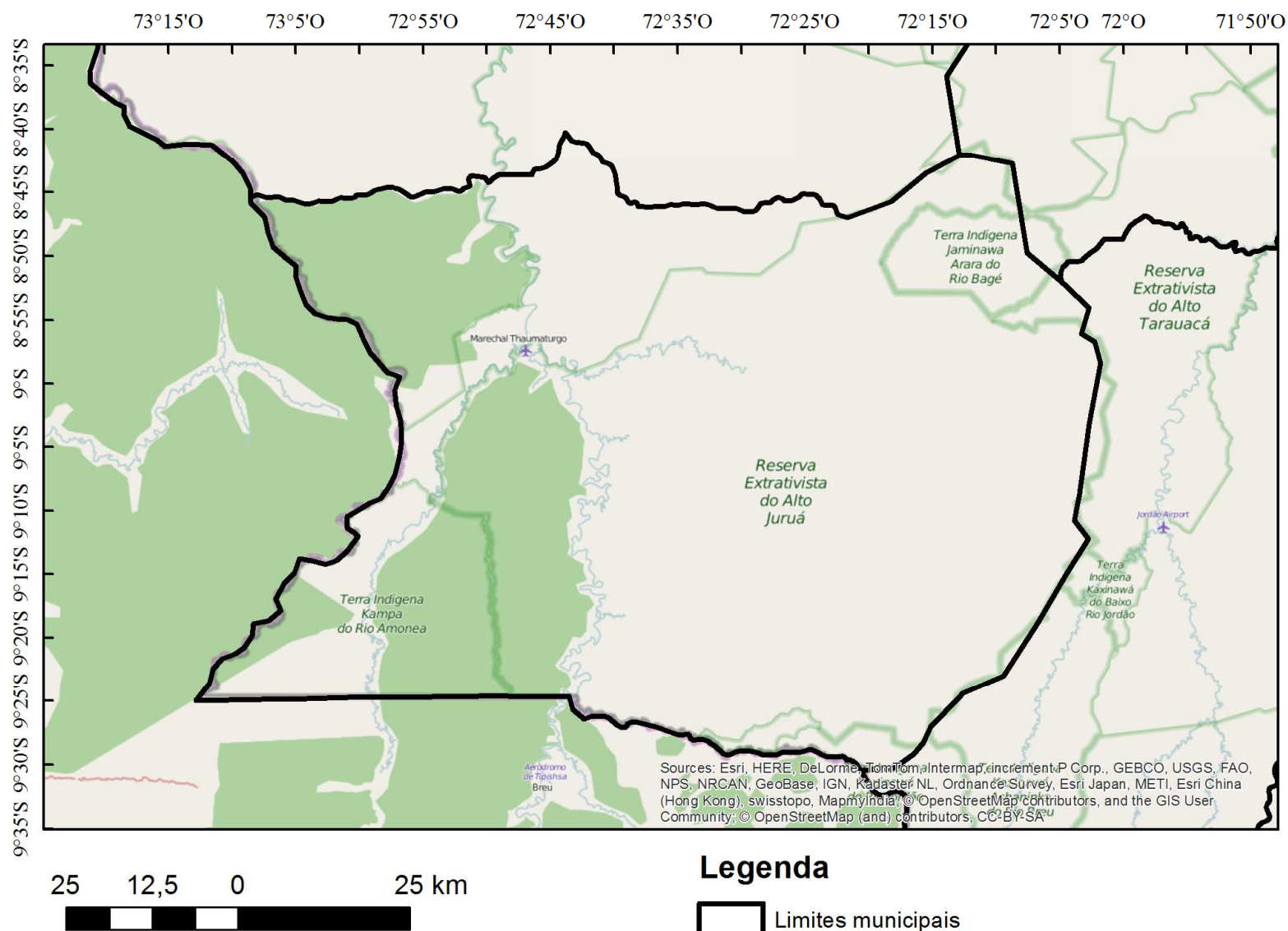
- Souza, L. R., Cunha, A. C., Júnior, A. C., & Pinheiro, L. A. (Setembro de 2011). Estudo de campo de isovelocidades para avaliação do posicionamento de turbinas hidrocinéticas no rio Maracá-AP.
- Tucunaré, P. (2014). *Sobre a Empresa: Eletrobras Eletronorte*. Acesso em 15 de Novembro de 2014, disponível em <http://www.tucunareproject.net/inicio.html>
- Uadeta, M. E., B., J. A., Galvão, & Junior, L. C. (2004). Estudo e Desenvolvimento de um Sistema de Análise de Informações Energéticas geograficamente Referenciadas. *Congresso Energético Brasileiro de Planejamento Energético*. Itajubá.
- Velázquez, S. M., Santos, S. M., Moreira, J. R., & Coelho, S. T. (Novembro de 2010). A geração de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia a partir da biomassa sustentável: Projeto ENERMAD.
- Venturato, R. D. (2013). Alto Juruá Acre: práticas comunitárias frente às alagações excepcionais.

ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Área de Estudo	87
Anexo 2	Malha hidrográfica	88
Anexo 3	Espacialização das comunidades isoladas	89
Anexo 4	Buffer da malha hidrográfica	90
Anexo 5	Comunidades com potencial otimizado	91
Anexo 6	Declividade do terreno	92
Anexo 7	Características físicas	93
Anexo 8	Localização para instalação de diferentes modelos da Turbina Hidrocinética	94

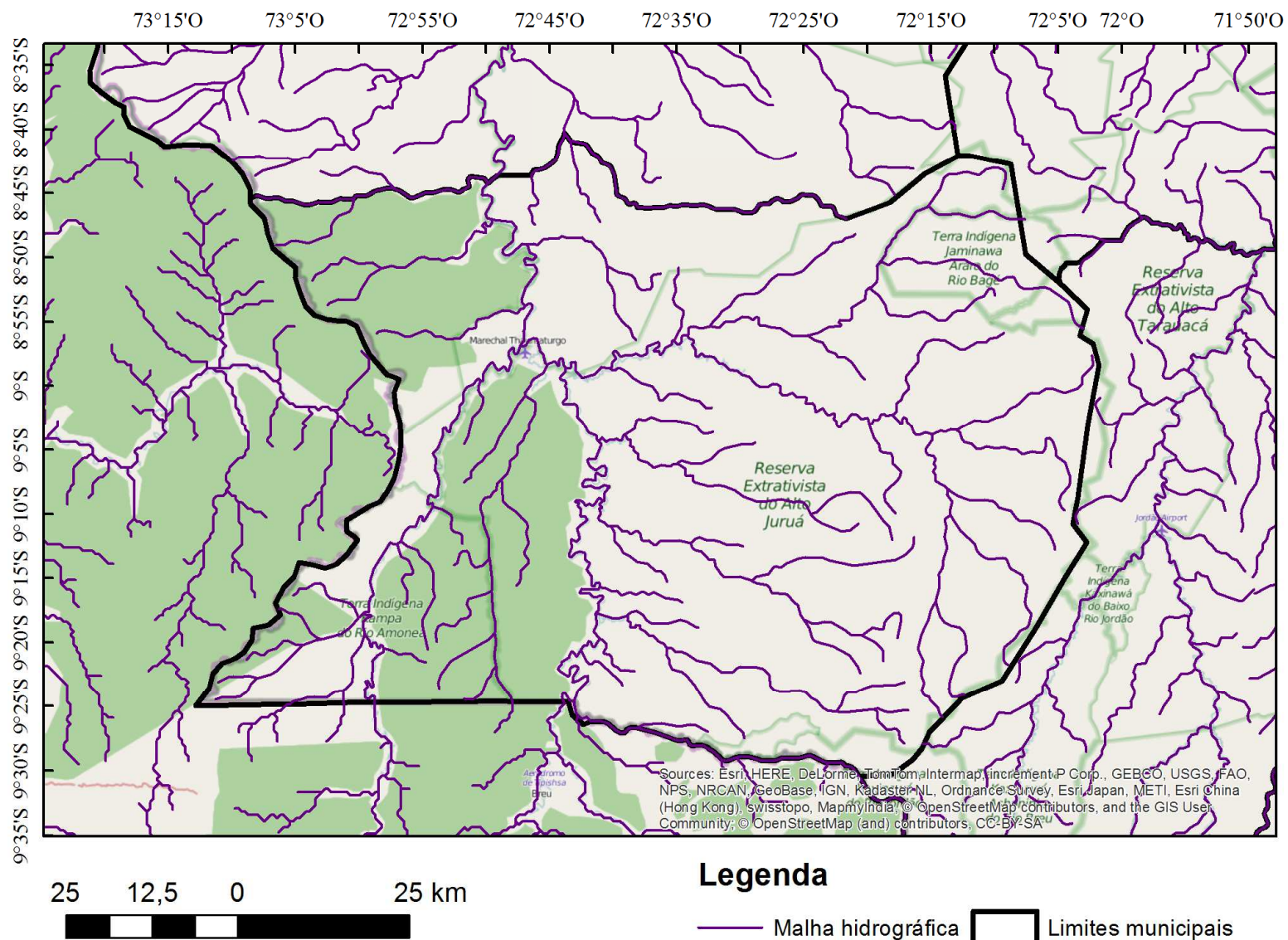
ANEXO 1 : Área de Estudo

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



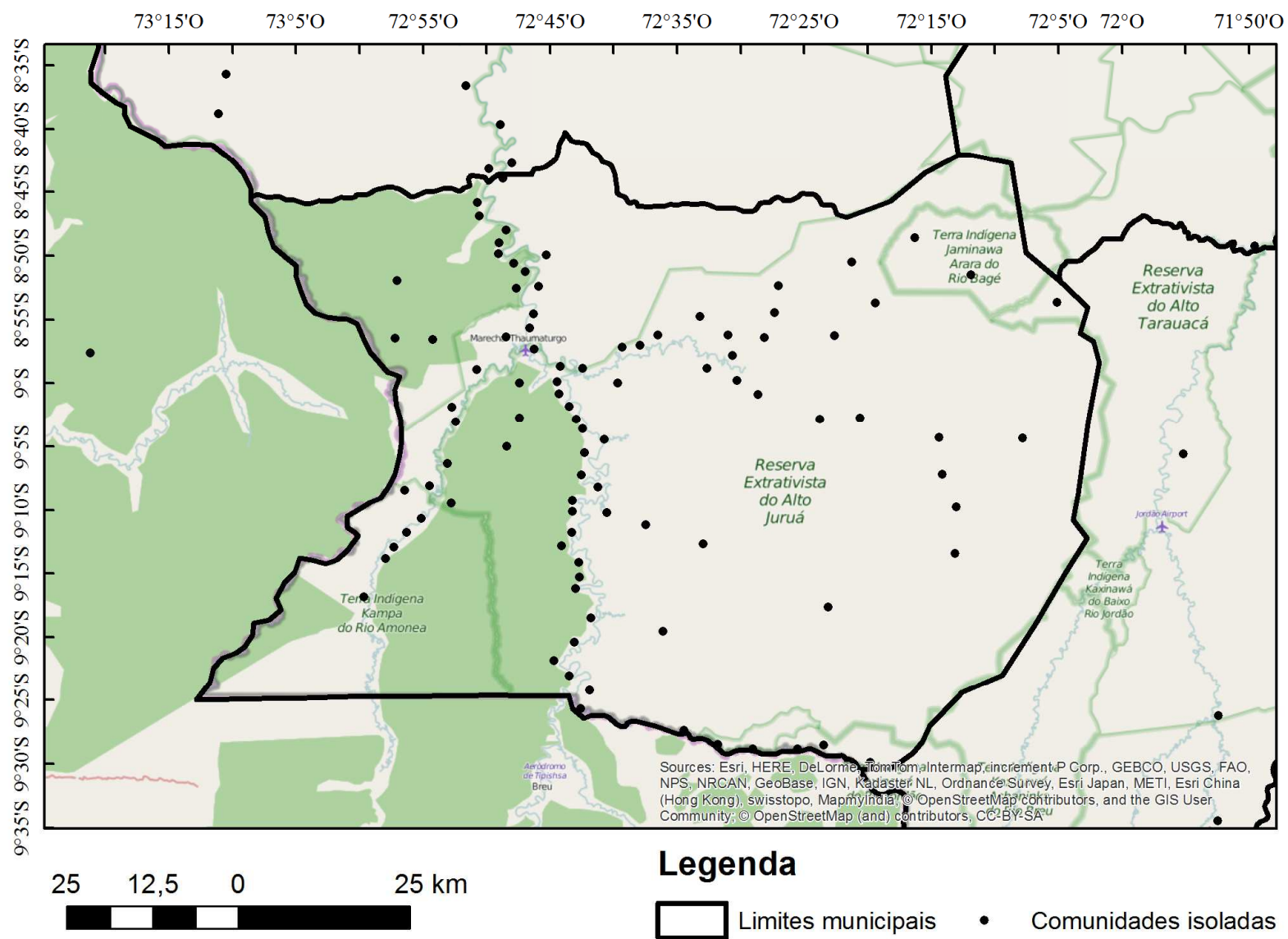
ANEXO 2 : Malha hidrográfica

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



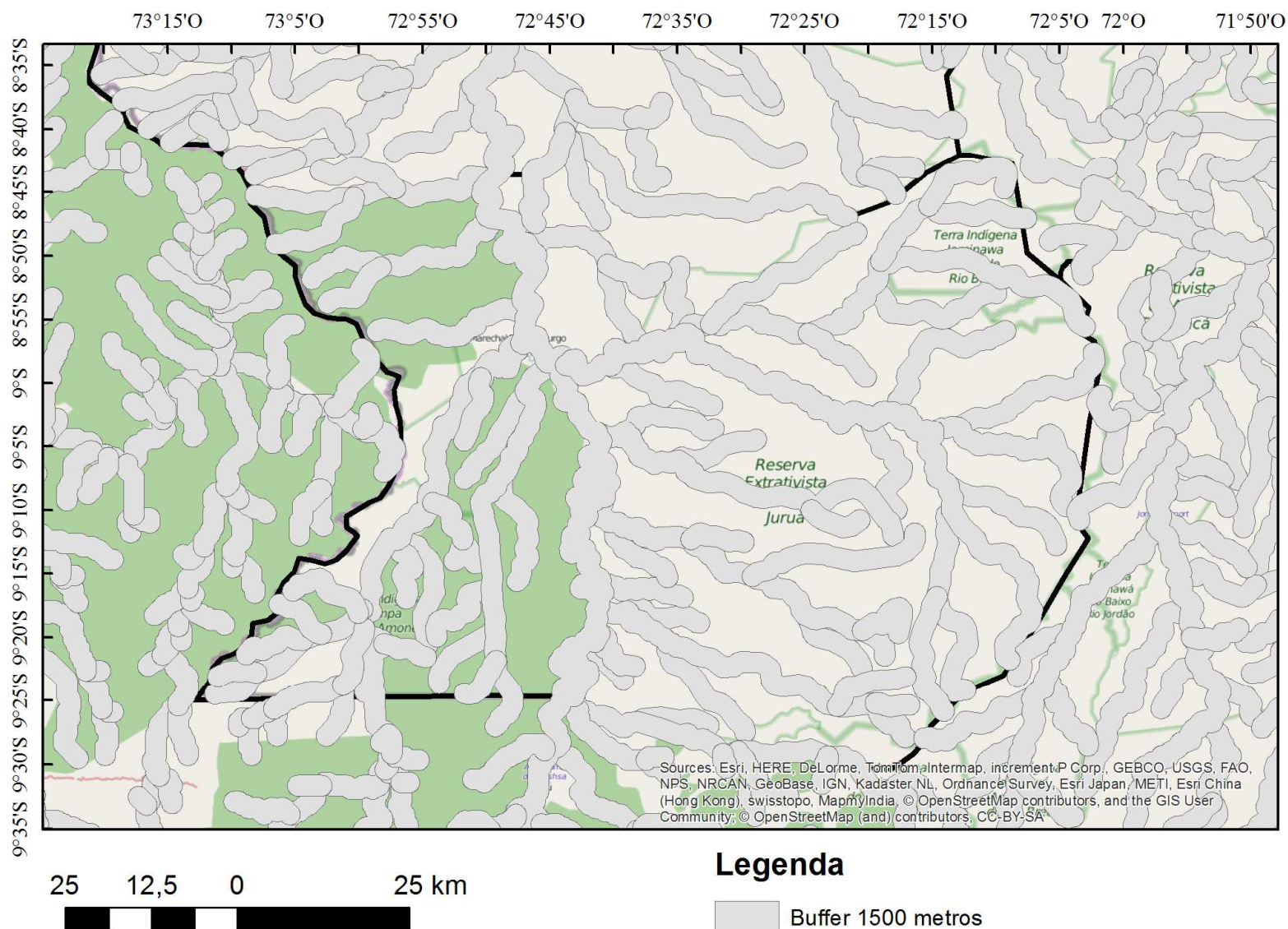
ANEXO 3 : Espacialização das comunidades isoladas

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



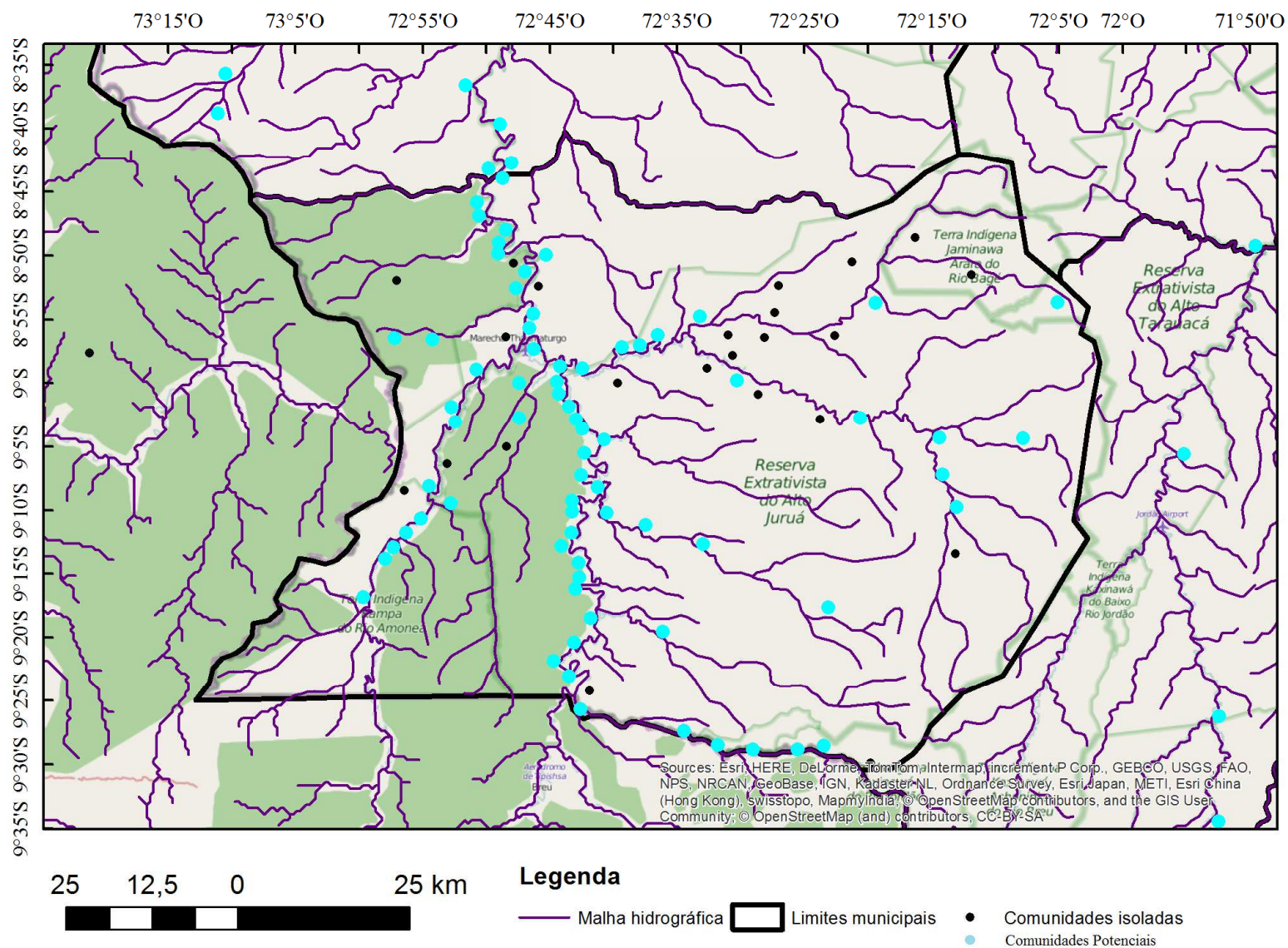
ANEXO 4 : Buffer da malha hidrográfica

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



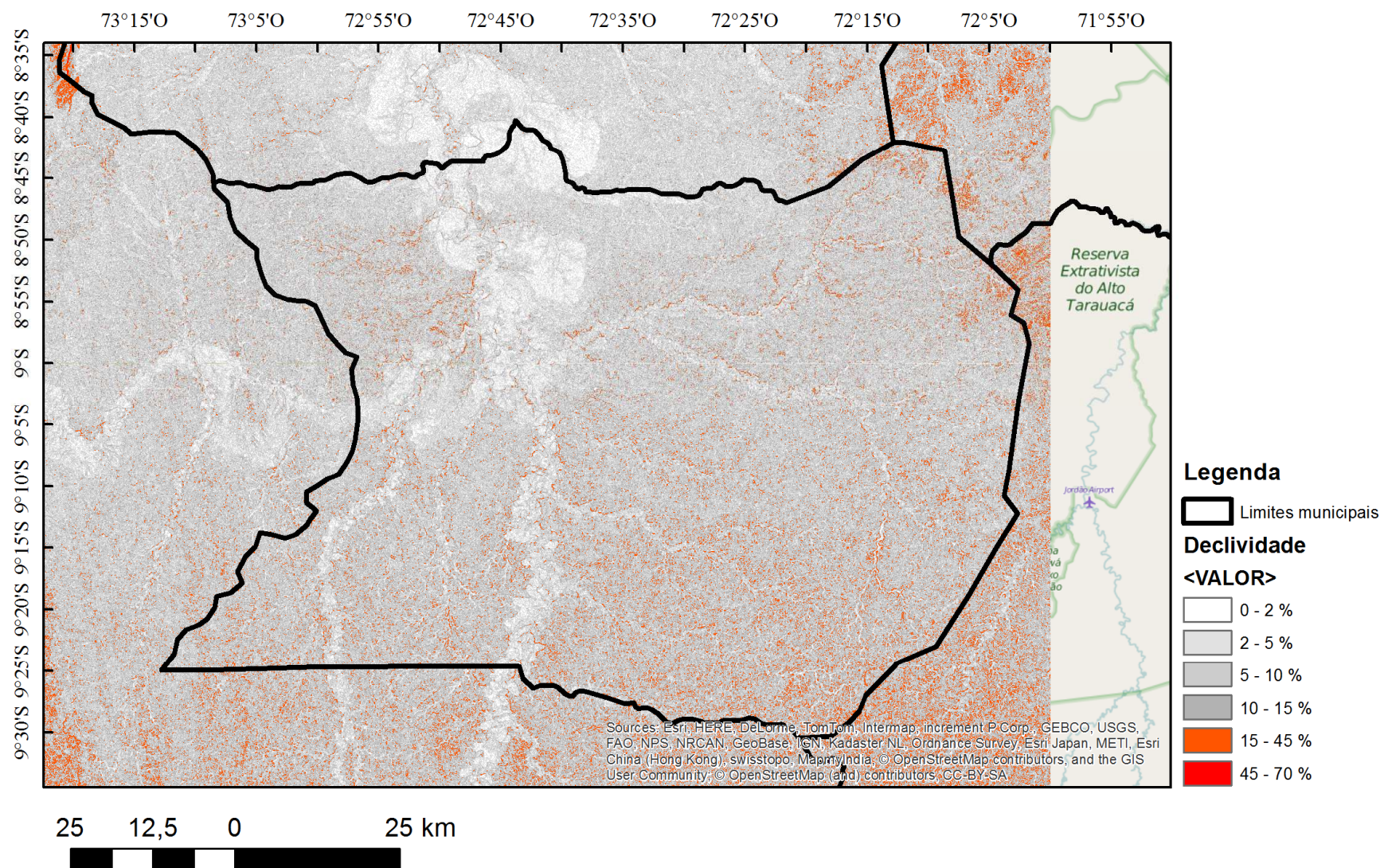
ANEXO 5 : Comunidades com potencial otimizado

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



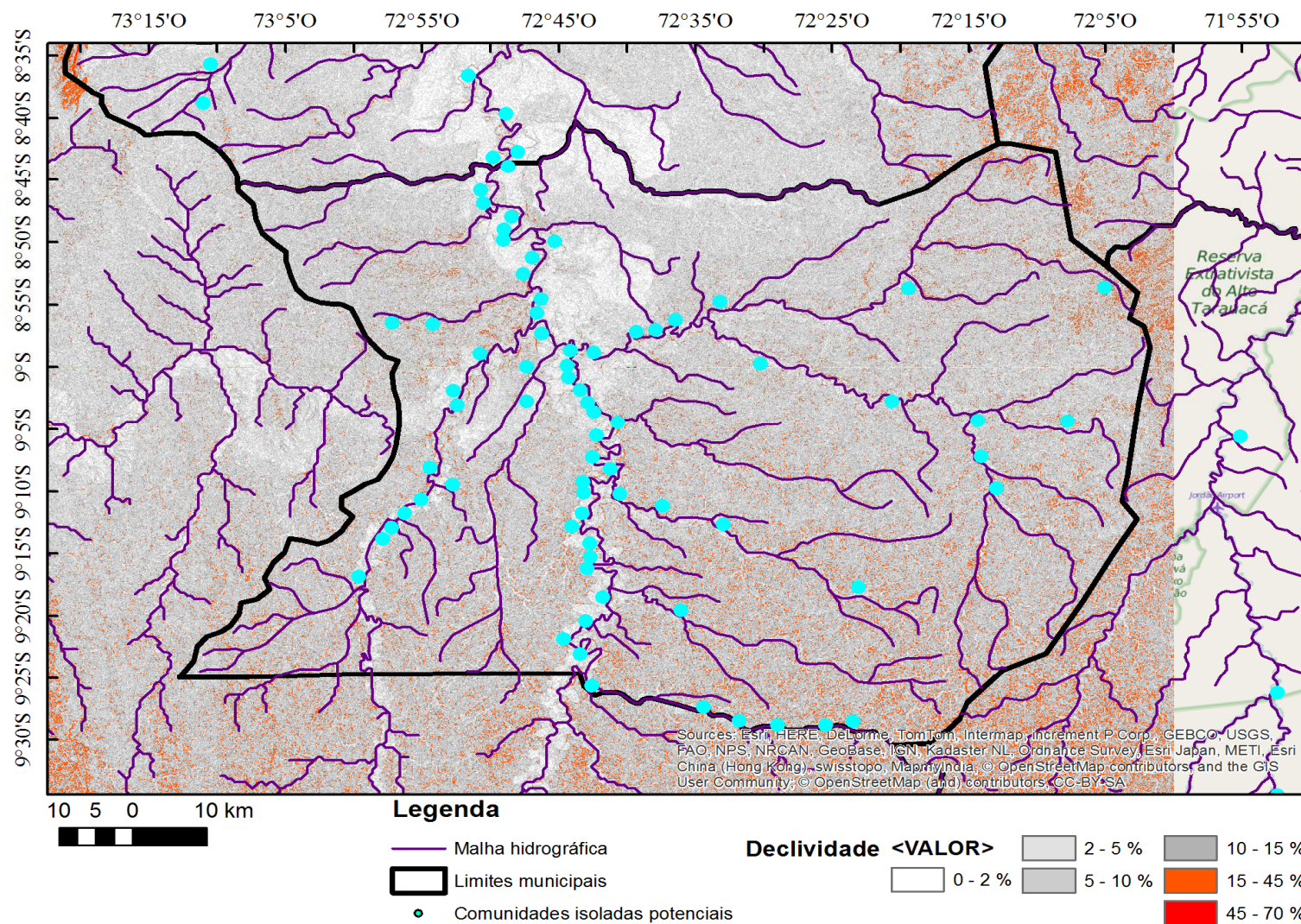
ANEXO 6 : Declividade do terreno

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



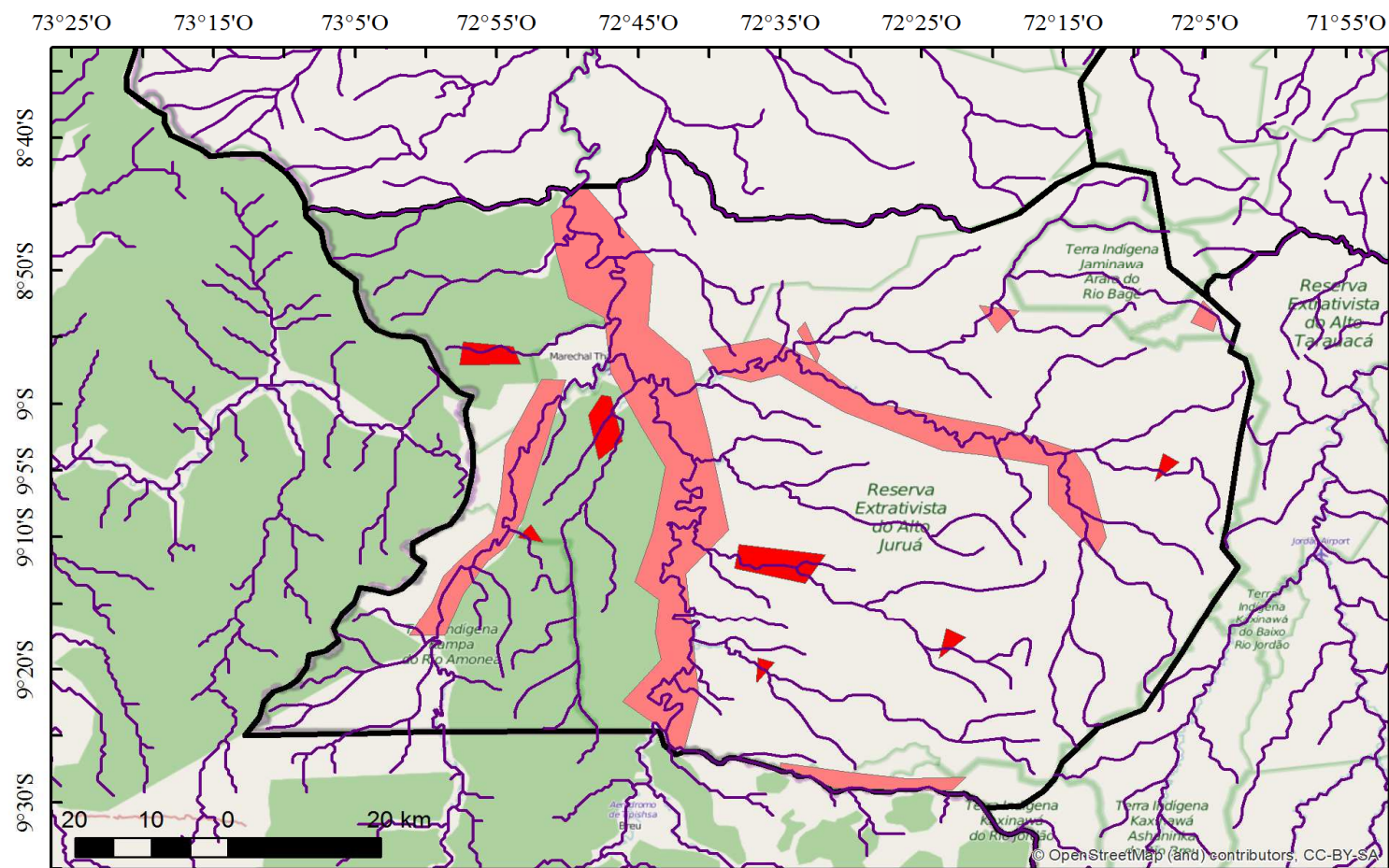
ANEXO 7 : Características físicas

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



ANEXO 8 : Localização para instalação de diferentes modelos da Turbina Hidrocinética

Mapa do município de Marechal Thaumaturgo - AC



Legenda

— Malha hidrográfica ■ Área para micro THC ■ Área para THC de 2 metros □ Limites municipais